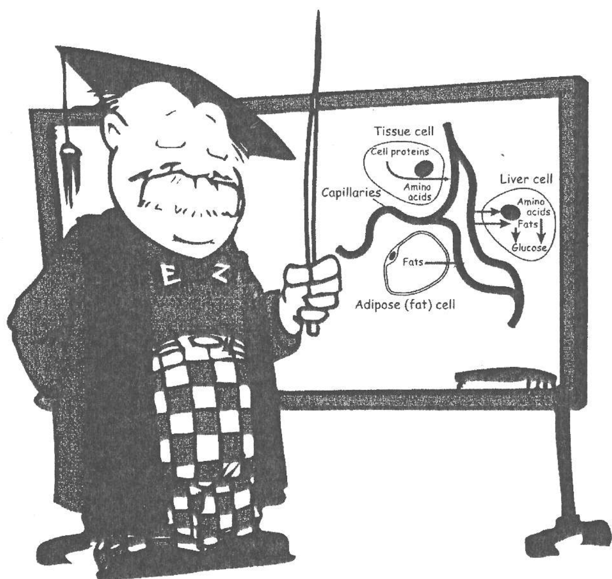


Barbara Krumhardt, Ph.D.
I. Edward Alcamo, Ph.D.

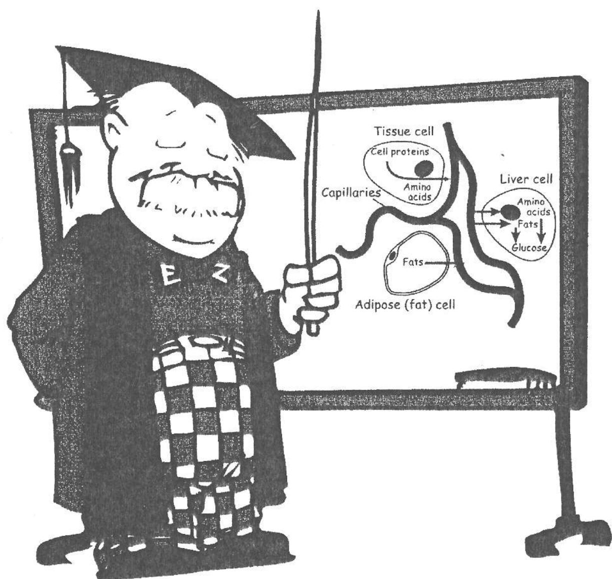
ANATOMIE ȘI FIZIOLOGIE UMANĂ
pentru admitere la facultățile de medicină

FM



2014





Barbara Krumhardt, Ph.D.
I. Edward Alcamo, Ph.D.

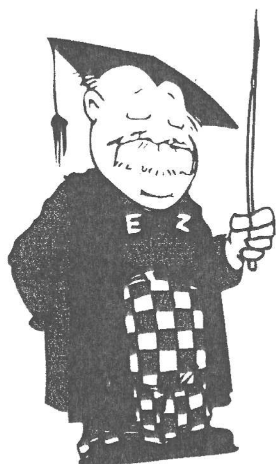
ANATOMIE și FIZIOLOGIE UMANĂ

pentru admitere la facultățile de medicină



2014





1

Introducere în anatomie și fiziologie

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol prezintă concepte de bază ale anatomiei şi fiziologiei. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- deosebiți subdiviziunile anatomiei și fiziologiei;
- clasificaţi nivelele anatomice de organizare structurală;
- identificați funcții și procese vitale;
- corelați organele cu structurile și funcțiile lor de bază;
- identificați caracteristicile reglării homeostaziei la oameni;
- identificați poziția anatomică;
- folosiți terminologia direcțională și regională;
- diferențiaţi între ele planurile corpului;
- deosebiți cavitățile corpului și membranele cavității abdominale;
- identificați regiunile și cadranele abdomino-pelvine;
- aplicați cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Niveluri de organizare structurală
- Caracteristici ale organismului uman
- Termeni direcționali
- Cavitățile și regiunile corpului
- Întrebări recapitulative

Cunoaşterea anatomiei şi fiziologiei omului este esențială pentru a înțelege corpul uman. Anatomia şi fiziologia se referă la nivelurile de organizare a corpului uman şi la modul în care funcționează acesta. Funcțiile corpului uman depind de structura sa; în acelaşi timp, structura organismului oferă indicii despre funcțiile pe care le îndeplineşte. Spre exemplu, plămânii sunt alcătuiți din milioane de saci alveolari cu pereții extrem de fini. Această alcătuire permite ca la nivelul plămânilor să se realizeze schimbul gazos dintre oxigen şi dioxidul de carbon.

Anatomia are mai multe subdiviziuni. De exemplu, **anatomia macroscopică** studiază structurile corpului care sunt vizibile fără microscop. **Anatomia microscopică (histologică)** se ocupă cu studiul celulelor, țesuturilor şi organelor vizibile cu ajutorul microscopului. **Anatomia dezvoltării (embriologia)** se ocupă cu dezvoltarea individului de la stadiul de ou fecundat până la adult.

Şi în fiziologie există mai multe subdiviziuni. **Citologia** reprezintă studiul celulelor şi al funcțiilor acestora, **neurofiziologia** studiază funcția nervoasă, **fiziologia renală** se ocupă de sistemul excretor şi funcțiile acestuia, iar **fiziologia reproducerii** studiază organele reproducătoare şi metodele de reproducere.

NIVELURI DE ORGANIZARE STRUCTURALĂ

Corpul uman prezintă câteva niveluri de organizare structurală. La cel mai simplu nivel, corpul uman este compus din **atomi**, particule electronomicroscopice de materie. Atomii sunt unități ale elementelor precum oxigenul, carbonul, azotul sau sodiul. Atomii se combină între ei pentru a forma **molecule**. Dintre moleculele importante din corpul uman fac parte apa, clorura de sodiu, proteinele, glucidele, lipidele (Figura 1.1).

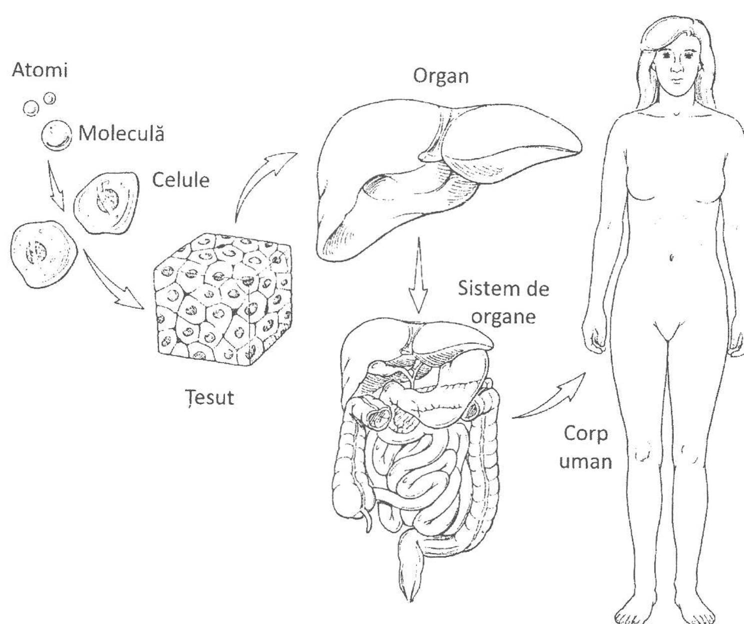


FIGURA 1.1 Niveluri de organizare structurală a corpului uman.

Asocierea mai multor molecule între ele dă naştere următorului nivel de organizare, **celula**. Celula este unitatea fundamentală a organismelor vii. Ea conține structuri subcelulare, precum nucleul, mitocondriile, ribozomii şi lizozomii (Capitolul 3). Exemple de diferite tipuri de celule din organismul uman sunt: celulele nervoase, musculare, sanguine, fiecare cu structură şi funcţie unică.

Următorul nivel de organizare este **ţesutul**. Acesta reprezintă un grup de celule cu structură similară, care funcţionează împreună şi îndeplinesc aceeaşi funcţie (Capitolul 4). Organismul are patru tipuri principale de ţesuturi: ţesutul epitelial (precum epidermul pielii), ţesutul conjunctiv (precum sângele şi ţesutul osos), ţesutul muscular şi ţesutul nervos. Fiecare tip de ţesut are un rol unic în organism.

Nivelul imediat superior de organizare este **organul**. Un organ este compus din două sau mai multe tipuri diferite de ţesuturi. Spre exemplu, stomacul este un organ compus din ţesut epitelial, muscular, nervos şi conjunctiv. Un organ funcţionează ca un centru anatomic şi fiziologic specializat pentru o anumită activitate.

Nivelul final de organizare structurală este **sistemul de organe**, compus din mai multe organe cu funcţii complementare. Exemple de astfel de sisteme includ sistemul digestiv, respirator, nervos şi circulator (Tabelul 1.1). Sistemele funcţionează împreună formând **organismul**, cel mai înalt nivel de organizare.

TABELUL 1.1 SISTEME DE ORGANE

Sistem de organe	Rol fiziologic	Componente majore
Tegument	Acoperă și protejează corpul	Piele, păr, unghii și glande sudoripare
Schelet	Protejează corpul și oferă suport pentru locomoție și mișcare	Oase, cartilaje și ligamente
Nervos	Primește stimuli, integrează informații și coordonează funcțiile organismului	Creier, măduva spinării, nervi și organe de simț
Endocrin	Coordonează și integrează chimic activitățile organismului	Hipofiză, glande suprarenale, tiroidă și alte glande
Muscular	Realizează mișcarea corpului	Mușchi striați, mușchi netezi și mușchiul cardiac
Digestiv	Digestia alimentelor și absorbția nutrienților solubili din hrana ingerată	Dinți, glande salivare, esofag, stomac, intestine, ficat și pancreas
Respirator	Absoarbe oxigenul și elimină dioxidul de carbon	Plămâni, faringe, trahee și alte căi aeriene
Circulator	Transportă celule și substanțe prin organism	Inimă, vase sanguine, sânge, structuri limfatice
Imunitar	Interacționează cu agenți străini	Limfocite T, limfocite B și macrofage; structuri limfatice
Urinar	Îndepărtează deșeuri metabolice din curentul sanguin	Rinichi, vezică urinară și căile urinare asociate
Reproducător	Produce celule sexuale necesare procreerii	Testicule, ovare și structurile asociate aparatului reproducător

CARACTERISTICI ALE ORGANISMULUI UMAN

Organismul uman, ca și celelalte viețuitoare, are câteva caracteristici care îl diferențiază de tot ce e lipsit de viață. Aceste caracteristici le permit celulelor din organism să își desfășoare activitățile necesare creșterii și supraviețuirii.

METABOLISMUL

O caracteristică importantă a viețuitoarelor este **metabolismul**, care reprezintă suma tuturor proceselor chimice care se desfășoară în organism. Metabolismul se împarte în cele două subcategorii, catabolismul și anabolismul. **Catabolismul** reprezintă descompunerea materiei organice, de obicei cu producere de energie. **Anabolismul** reprezintă sinteza de materie organică și necesită de obicei energie. Procese vitale precum digestia, respirația, circulația și excreția sunt adaptate să furnizeze materia primă metabolismului și să îndepărteze produșii de degradare ai acestuia.

MIȘCAREA ȘI ALTE FUNCȚII

O funcție importantă este **mișcarea**, ea fiind rezultatul contracției celulelor musculare. Mișcarea poate fi voluntară, precum cea care apare la nivelul musculaturii scheletice, sau involuntară, în cazul mușchiului cardiac. Oasele și cartilajele sistemului scheletic participă la realizarea mișcării, oferind locuri de atașare pentru mușchi.

O altă funcție, **creșterea**, se referă la creșterea în dimensiuni a corpului. Creșterea este procesul prin care un organism primește substanțe din mediul înconjurător și își mărește masa.

A patra funcție este **conductibilitatea**. Aceasta se referă la proprietatea unor celule de a recepționa stimuli și de a-i transmite dintr-o parte în alta a corpului. Această caracteristică aparține celulelor nervoase și musculare.

O altă funcție importantă a organismelor vii este **reproducerea**, capacitatea organismului de a procrea. Reproducerea se referă la formarea de noi celule, pentru creștere, reparare sau înlocuire, sau producerea în totalitate a unui nou individ. Reproducerea umană implică producerea de spermatozoizi și ovule și contopirea acestora pentru a forma un ovul fecundat, din care se dezvoltă apoi un nou individ. Această formă de reproducere este cunoscută sub numele de **reproducere sexuată**. Ea se deosebește de **reproducerea asexuată**, ce constă în diviziunea unei singure celule. Reproducerea asexuată are ca rezultat formarea a două celule fiice identice; reproducerea asexuată o întâlnim în procesele de creștere și reparație.

Alte caracteristici ale viețuitoarelor includ **excitabilitatea**, răspunsul organismului la un stimul intern sau extern, și **excreția**, procesul de îndepărtare a produșilor de degradare ai organismului.

HOMEOSTAZIA

Homeostazia reprezintă totalitatea proceselor care contribuie la menținerea mediului intern al organismului în limitele normale, chiar dacă mediul înconjurător se modifică. Ea

implică menținerea relativ constantă a mediului chimic şi fizic în celule şi în organism. Apa, substanțele nutritive şi oxigenul sunt compuşi chimici necesari menținerii homeostaziei; menținerea constantă a temperaturii şi a presiunii atmosferice sunt cerințe fizice necesare homeostaziei.

Organismul se află în homeostazie când nevoile celulelor sale sunt satisfăcute şi funcțiile se desfăşoară normal. Toate sistemele de organe sunt implicate în menținerea homeostaziei, iar compoziția fluidelor din organism este menținută constantă tot timpul. Condițiile stresante precum bolile, căldura, durerea, lipsa de oxigen, determină un dezechilibru al mediului intern şi afectează homeostazia.

Deoarece condițiile interne variază în mod constant, organismul este protejat împotriva extremelor prin sisteme de autoreglare, cunoscute ca **mecanisme de feed-back**. Prin mecanismele de feed-back, organismul trimite informații înapoi la sistem pentru a induce un răspuns. **Valoarea de referință** a unui mecanism de feed-back o reprezintă valoarea normală a unui factor variabil, precum temperatura. Un senzor, sau **receptor**, detectează orice deviere de la valoarea de referință, iar un **centru de control** primeşte informații de la diverşi receptori pe care le integrează şi stabileşte răspunsul necesar pentru a reveni la valoarea de referință. Ulterior, **efectorii** produc răspunsul care readuce organismul la homeostazie.

Feed-back-ul negativ este mijlocul principal prin care organismul îşi păstrează homeostazia. Un mecanism de feed-back negativ apare atunci când informația primită scade producția sistemului astfel încât să aducă sistemul la valoarea lui de referință. Spre exemplu, nivelul glicemiei creşte în organism după o masă, iar glucoza stimulează eliberarea insulinei din pancreas. Insulina favorizează intrarea glucozei în celule şi, deci, scade nivelul glicemiei. Astfel, nivelul scăzut al glucozei determină celulele secretoare de insulină să scadă eliberarea de insulină şi să mențină homeostazia.

Mecanismele de feed-back pozitiv pot funcționa ca parte a unui mecanism general de reglare astfel încât să producă un răspuns final specific (ex. coagularea sângelui sau naşterea). Feed-back-ul pozitiv determină devierea din ce în ce mai mare de la valoarea de referință până când se obține răspunsul dorit: oprirea hemoragiei sau expulzia fetală şi a placentei.

TERMENI DIRECȚIONALI

Termenii direcționali sunt folosiți în anatomie şi fiziologie pentru a arăta poziția părților corpului. Punctul de referință pentru toți termenii direcționali este **poziția anatomică**. În această poziție corpul este în ortostatism (poziție verticală), cu privirea înainte, picioarele apropiate, membrele superioare pe lângă corp, palmele înainte, cu policele orientat spre exterior (Figura 1.2).

În poziție anatomică, **fața anterioară** a corpului este cea orientată spre partea din față a acestuia. Termenul „anterior" este adeseori înlocuit cu termenul **ventral** (chiar dacă „ventral" se referă la partea abdominală a patrupedelor, de exemplu câinele). **Fața posterioară** se referă la partea din spate a corpului. Acest termen poate fi înlocuit cu termenul **dorsal**.

DE REȚINUT
Poziția anatomică a corpului este baza întregii terminologii direcționale: în poziție verticală, cu membrele superioare pe lângă corp şi palmele înainte.

În corpul uman, termenul **superior** se referă la direcția orientată spre partea de sus a corpului sau înspre cap. De exemplu, nasul este situat superior față de gură. În loc de „superior" sunt folosiți câteodată termenii **cefalic** și **cranial**. Partea **inferioară** a corpului se referă la direcția orientată în partea opusă capului, sau spre partea de jos a corpului. Termenul **caudal** este o expresie alternativă, însă nu este des folosit în anatomia omului, întrucât coada este un organ ce nu apare la om. De exemplu, abdomenul este situat inferior față de torace.

Termenul **medial** se referă la o direcție apropiată de linia mediană a corpului sau a uneia dintre structurile sale – nasul este situat medial față de ochi. Termenul **lateral** se referă la poziția îndepărtată de linia mediană – ochii sunt situați lateral față de nas. Termenii **ipsilateral** și **controlateral** se referă la structuri aflate de aceeași parte a corpului (ipsilateral) sau de partea opusă a corpului (controlateral) (Tabel 1.2). De exemplu, colonul ascendent și vezica biliară sunt ipsilaterale, iar colonul ascendent și colonul descendent sunt situate controlateral.

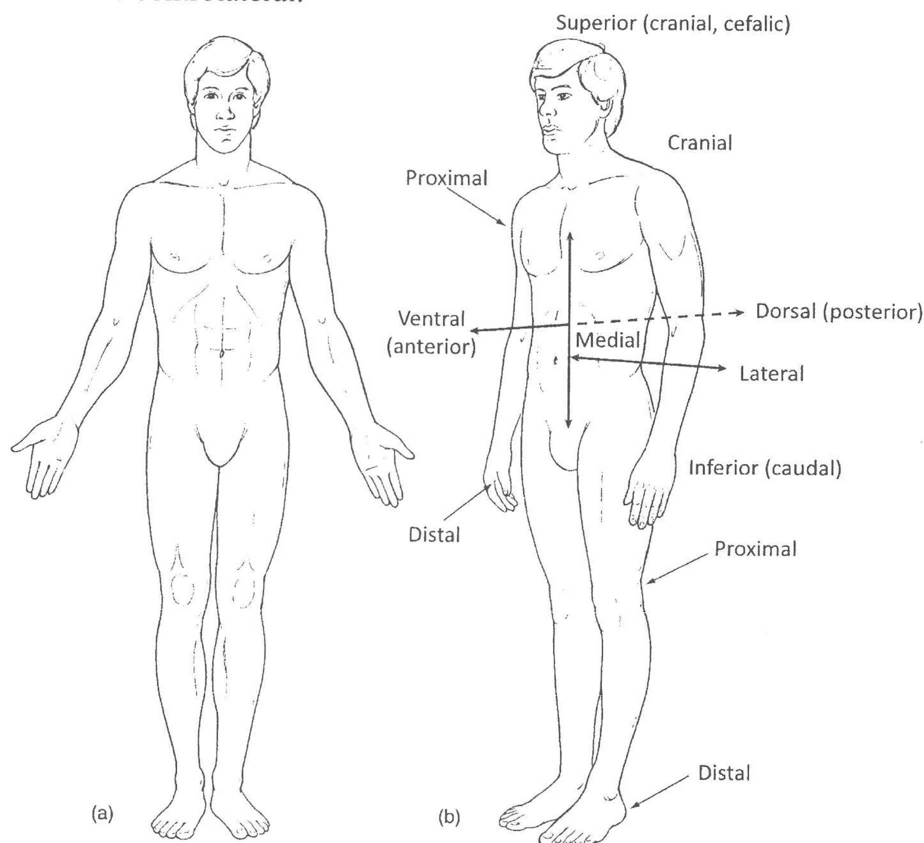


FIGURA 1.2 Corpul și direcțiile sale. (a) Corpul în poziție anatomică: vertical, cu picioarele apropiate, membrele superioare pe lângă corp și palmele spre înainte. (b) Câțiva termeni direcționali asociați cu structuri anatomice ale corpului.

Termenul **proximal** se referă la direcția orientată spre locul de atașare al unei extremități de trunchi; de exemplu, femurul este situat proximal față de trunchi comparativ cu glezna. Prin comparație, **distal** se referă la o parte situată la distanță față de locul de atașare al unui membru de trunchi; de exemplu, glezna este situată distal față de femur. Termenii **superficial** și **profund** se referă la o poziție situată mai aproape de suprafața corpului sau mai îndepărtată de aceasta; pielea este superficială față de mușchi, inima este situată profund comparativ cu mușchii.

TABELUL 1.2 UN REZUMAT AL TERMINOLOGIEI DIRECȚIONALE

Termen	Definiție	Exemplu
Anterior (ventral)	În partea din față a corpului sau mai aproape de aceasta	Sternul este situat anterior față de inimă
Posterior (dorsal)	În partea din spate a corpului sau mai aproape de aceasta	Esofagul este situat posterior față de trahee
Superior (cefalic sau cranial)	Spre cap sau spre partea de sus a unei structuri	Inima este situată superior față de ficat
Inferior (caudal)	În partea opusă capului sau în partea de jos a unei structuri	Stomacul este situat inferior față de plămâni
Medial	Mai aproape de linia mediană a corpului sau a unei structuri	Ulna se află în partea medială a antebrațului
Lateral	La distanță de linia mediană a corpului sau a unei structuri	Plămânii sunt situați lateral față de inimă
Ipsilateral	De aceeași parte a corpului	Vezica biliară și colonul ascendent sunt ipsilaterale
Controlateral	De partea opusă a corpului	Colonul ascendent și colonul descendent sunt controlaterale
Proximal	Mai aproape de locul de atașare al unei extremități de trunchi sau de o structură	Femurul este localizat proximal față de tibie
Distal	Mai departe de locul de atașare al unei extremități de trunchi sau de o structură	Falangele sunt situate distal față de carpiene (oasele încheieturii mâinii)
Superficial	Spre suprafața corpului	Mușchii peretelui toracic sunt superficiali față de organele din cavitatea toracică
Profund	La distanță de suprafața corpului	Coastele sunt situate în profunzime față de pielea toracelui

PLANURI

În corpul uman se pot imagina numeroase suprafețe drepte, numite **planuri**. Planurile traversează corpul uman și oferă puncte de reper pentru organele acestuia. Un plan **sagital**, de exemplu, este un plan vertical ce împarte corpul într-o parte dreaptă și una stângă. Un astfel de plan poate fi **mediosagital** dacă divide corpul în două jumătăți egale, stângă și dreaptă, sau **parasagital**, dacă divide corpul în două jumătăți inegale (stângă și dreaptă).

Al doilea plan important este cel **frontal** sau **coronal**. Ca și planul sagital, acesta are o direcție verticală, însă divide corpul într-o parte anterioară și una posterioară. Planul frontal formează un unghi drept cu planul sagital (Figura 1.3).

Al treilea plan important este cel **transversal** sau **orizontal**. Acest plan împarte corpul într-o parte superioară și una inferioară. Organele secționate printr-un plan transversal în vederea studiilor sunt cunoscute ca **secțiuni transversale**.

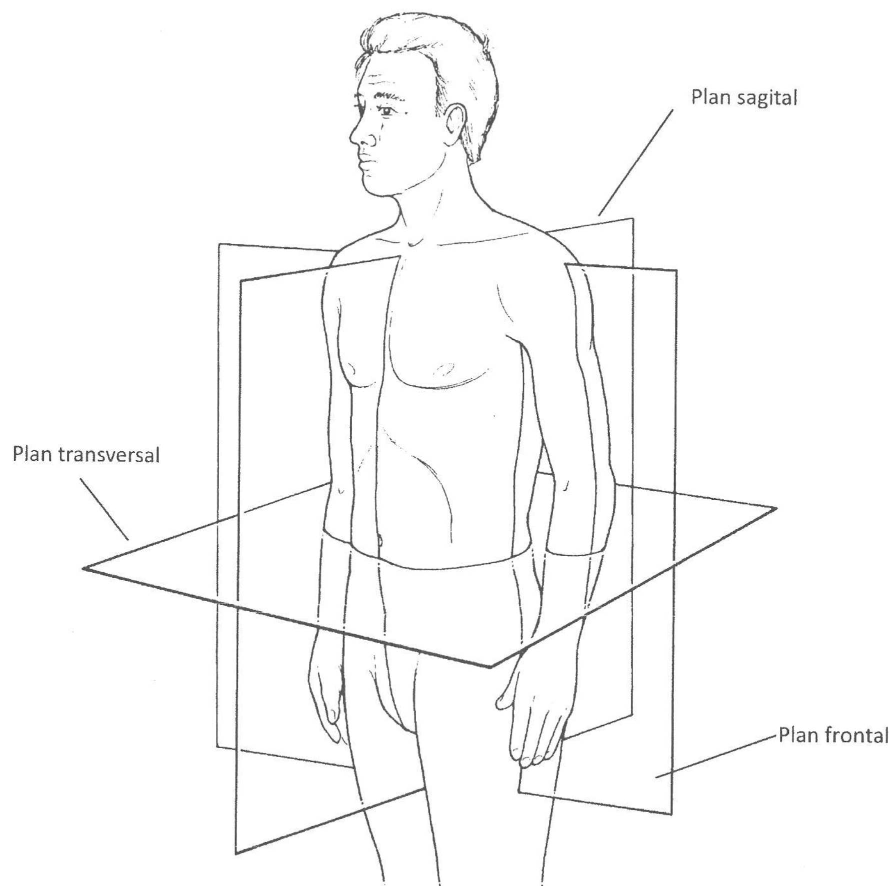


FIGURA 1.3 Cele trei planuri importante ale corpului uman.

CAVITĂȚILE ȘI REGIUNILE CORPULUI

Cavitățile corpului sunt zone ce conțin organele interne. Cele două cavități principale sunt **cavitatea posterioară** și **cavitatea anterioară**. Cea posterioară se află de-a lungul suprafeței posterioare (dorsale) a corpului, unde se subîmparte în **cavitatea craniană**, ce adăpostește creierul, și **canalul rahidian**, ce adăpostește măduva spinării. Canalul rahidian este delimitat de vertebre.

Cea de a doua este cavitatea **ventrală**, situată pe fața anterioară (ventrală) a corpului. Aceasta prezintă două subdiviziuni importante, **cavitatea toracică** și **cavitatea abdomino-pelvină** (Figura 1.4). Cavitatea toracică este delimitată de coaste și mușchii pectorali și se subîmparte într-o **cavitate pleurală** stângă și una dreaptă, în fiecare găsindu-se câte un plămân. Suplimentar, în cavitatea toracică există o a treia cavitate, numită **cavitatea pericardică**, situată medial față de cavitățile pleurale. Cavitatea pericardică adăpostește inima, și este localizată într-o regiune numită **mediastin**.

Mediastinul conține toate componentele cavității toracice, cu excepția plămânilor. În mediastin se găsesc inima, timusul, esofagul, traheea, bronhiile, precum și vase sanguine și limfatice. Cavitatea pericardică este un spațiu îngust, situat între foița viscerală și cea parietală a pericardului, acestea fiind membranele care învelesc inima (Capitolul 15).

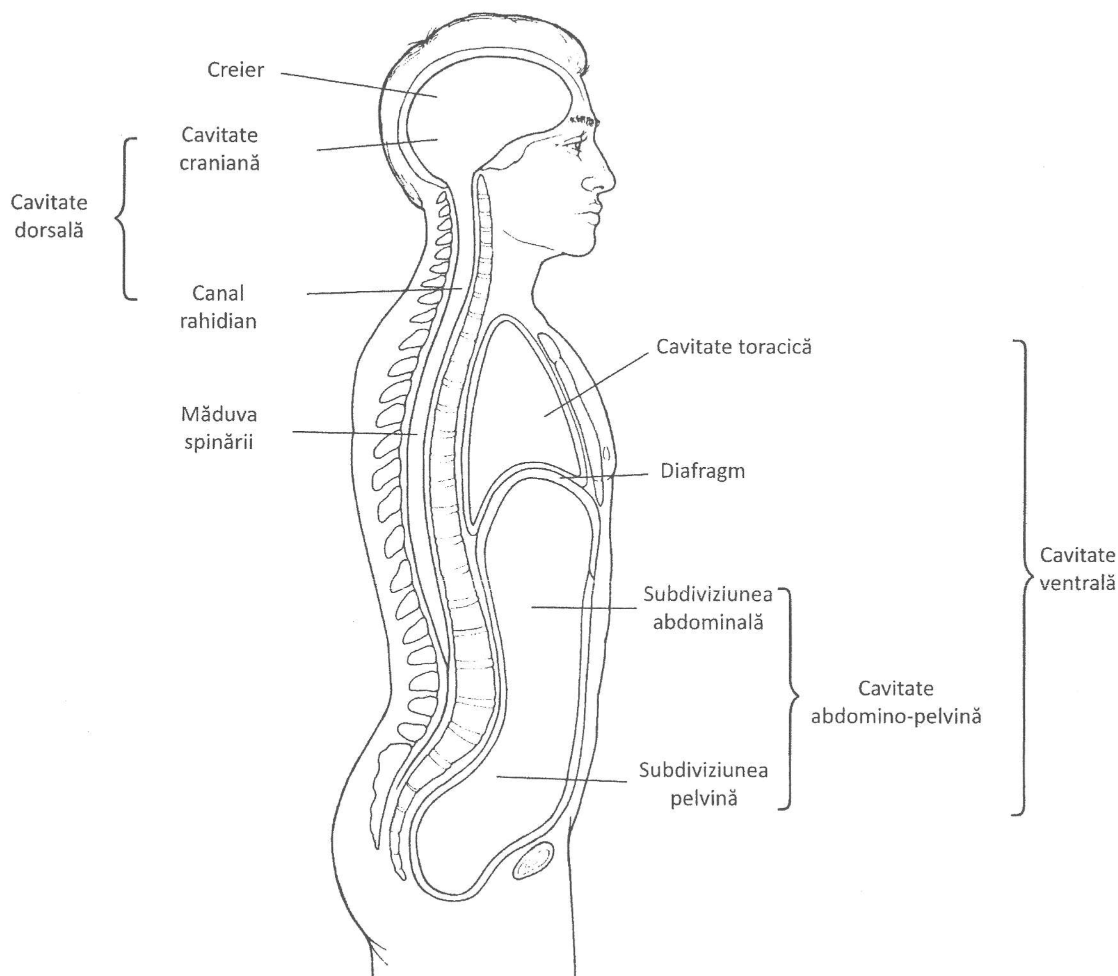


FIGURA 1.4 Cele două cavități principale ale corpului cu subdiviziunile și conținutul lor.

Cavitatea abdomino-pelvină este separată de cavitatea toracică printr-un mușchi de mari dimensiuni, cu formă de cupolă, mușchiul diafragmatic. Cavitatea abdomino-pelvină este mai des întâlnită sub denumirea de **cavitate peritoneală**, și conține organele interne abdominale și pelvine. În partea superioară a acesteia, la nivelul **subdiviziunii abdominale**, se află stomacul, intestinele, splina, ficatul și alte organe. Partea inferioară, **subdiviziunea pelvină**, conține vezica urinară, anumite organe reproducătoare și rectul.

Diviziunile suplimentare ale cavității abdomino-pelvine determină nouă regiuni diferite. **Regiunea ombilicală** se află în centrul abdomenului, iar **regiunea epigastrică** se localizează superior acesteia. **Regiunea hipogastrică** se află imediat inferior față de regiunea ombilicală.

Lateral de regiunea epigastrică se află **hipocondrul** stâng și drept, iar lateral de regiunea ombilicală găsim cele două **flancuri**, stâng și drept. Lateral de regiunea hipogastrică se află regiunile **inghinale (iliace)** stângă și dreaptă. Intersecția a două linii imaginare,

una orizontală şi alta verticală, în centrul cavităţii abdomino-pelvine are ca rezultat delimitarea altor patru regiuni. Acestea sunt: **cadranul superior drept şi stâng** şi **cadranul inferior drept şi stâng**, denumiri utilizate curent în practica clinică (Figura 1.5).

> **DE REŢINUT**
> Foiţa viscerală a membranelor seroase înveleşte organele (viscerele), iar foiţa parietală căptuşeşte cavităţile corpului.

MEMBRANELE

Pereţii cavităţii abdominale ventrale şi organele abdominale sunt căptuşite de o membrană fină, alcătuită din două foiţe, numită **membrană seroasă**. Această membrană este denumită astfel deoarece între foiţe conţine o cantitate mică de lichid lubrifiant numit **lichid seros**, care este secretat de aceasta. Acest lichid permite organelor să alunece cu uşurinţă pe pereţii cavităţilor corpului, precum şi între ele, fără frecare. Foiţele membranelor seroase se află foarte aproape una de cealaltă.

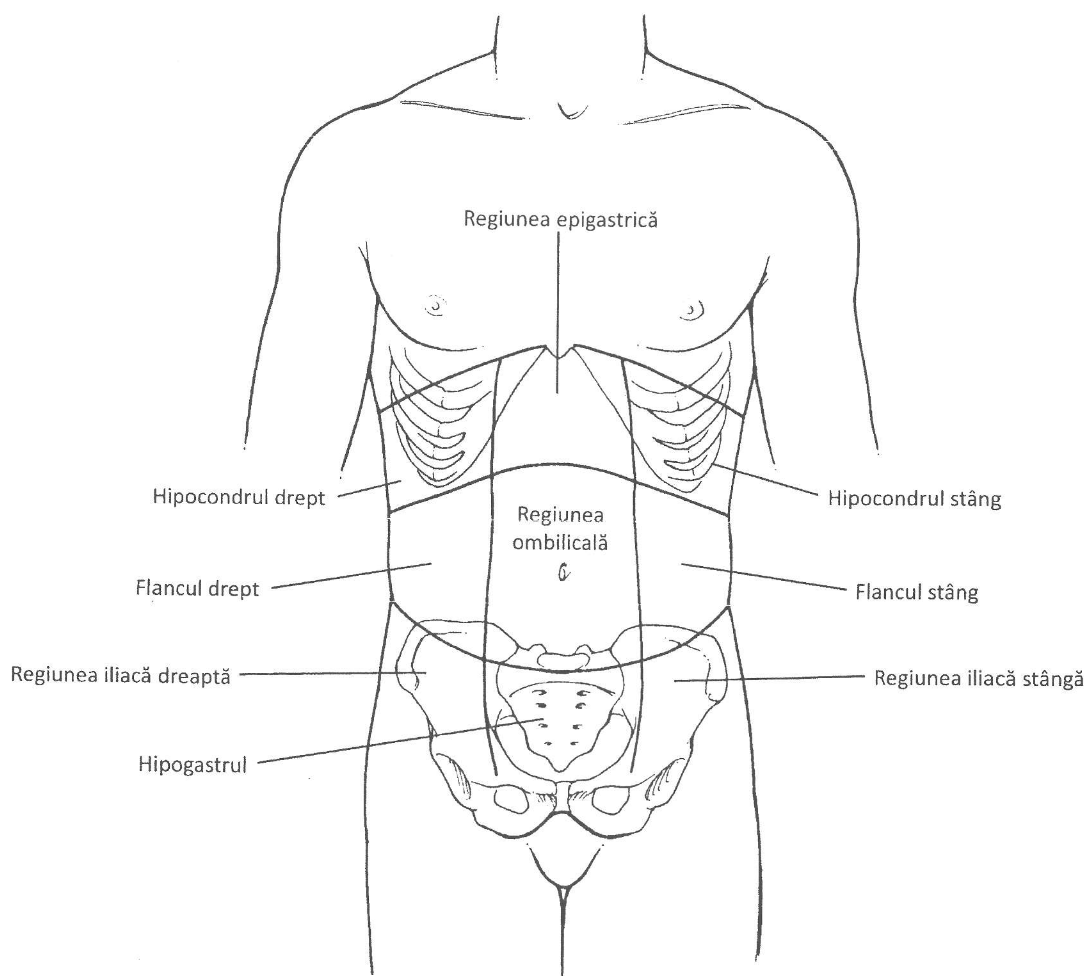


FIGURA 1.5 Regiuni anatomice importante ale cavităţii abdomino-pelvine.

În corpul uman există trei tipuri de membrane seroase: **pleura**, care căptușește cavitatea pleurală, **pericardul**, care învelește inima și **peritoneul,** care învelește unele organe abdominale și pelviene (*organe peritoneale*), iar pe altele le acoperă doar pe fața anterioară (*organe retroperitoneale*).

Fiecare dintre cele trei tipuri de membrane seroase are o foiță **parietală** și una **viscerală**. Foița parietală căptușește o cavitate, iar cea viscerală învelește un organ. De exemplu, foița parietală a peritoneului căptușește cavitatea abdominală și pelvină, iar foița viscerală acoperă diverse organe din această cavitate. Spațiul dintre foițele peritoneale se numește cavitate peritoneală. Cavitatea pleurală este spațiul dintre foițele pleurale, iar cavitatea pericardică este localizată între foița parietală și viscerală a pericardului.

Alte mici cavități ale organismului se găsesc la nivelul capului. Printre acestea, cavitatea bucală, cavitatea nazală, urechea medie, orbita, despre care vom discuta în capitolele următoare.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Știința care se ocupă cu studiul structurilor corpului fără a folosi microscopul se numește _______________.
2. În histologie, studiul structurilor corpului se face cu ajutorul unui/unei _______________.
3. Una dintre ramurile fiziologiei este citologia, știința care studiază _______________.
4. Funcția sistemului excretor este obiectul de studiu al unei ramuri a fiziologiei numită _______________.
5. La cel mai simplu nivel de organizare, organismul este alcătuit din _______________.
6. Glucidele, proteinele, lipide și apa sunt exemple tipice pentru nivelul de organizare structurală a organismului în care componentele principale sunt _______________.
7. Unitatea fundamentală a tuturor organismelor vii, inclusiv a organismului uman, este _______________.
8. Un grup de celule care lucrează împreună pentru a îndeplini aceeași funcție alcătuiește un _______________.
9. Tipul de țesut din care fac parte sângele și oasele este _______________.
10. Organele corpului sunt acoperite cu un tip de țesut numit _______________.

11. Un ______________ este alcătuit din mai multe tipuri de țesuturi care funcționează împreună.

12. Suma tuturor proceselor chimice care au loc în organism se numește ______________.

13. Când se sintetizează materie organică din molecule mai mici, de obicei cu consum de energie, procesul se numește ______________.

14. Procesul chimic prin care materia organică este descompusă, de obicei cu eliberare de energie, este ______________.

15. Cele două tipuri de mișcare pe care le putem întâlni în organism sunt mișcarea voluntară și cea ______________.

16. Pentru a putea susține mișcarea corpului, mușchii scheletici de obicei sunt atașați de ______________.

17. Organismul acumulează materiale din mediul înconjurător și își mărește masa prin procesul de ______________.

18. Conductibilitatea este caracteristică celulelor musculare și ______________.

19. Pe lângă procreere, organismul uman mai dă naștere unor celule noi și în scop de înlocuire, creștere și ______________.

20. Tipul de reproducere prin care rezultă un ou fecundat se numește ______________.

21. Multiplicarea unei singure celule pentru a forma două celule fiice identice reprezintă reproducerea de tip ______________.

22. Totalitatea proceselor care contribuie la menținerea mediului intern al organismului între limite normale poartă numele de ______________.

23. Mediul chimic și cel ______________ al celulelor și al organismului rămâne relativ constant.

24. Menținerea homeostaziei interne a corpului uman presupune asigurarea unor compuși chimici precum apa, substanțele nutritive și ______________.

25. Printre sistemele care coordonează homeostazia sunt sistemul nervos și ______________.

26. Dereglări ale mediului intern și ale homeostaziei pot apărea ca o consecință a expunerii organismului la mai multe tipuri de ______________.

27. Un mecanism de reglare prin care schimbările apărute scad răspunsul sistemului și îl readuc la valoarea sa de referință este ______________.

28. Un mecanism de reglare care crește deviația de la valoarea de referință este ______________.

29. Atunci când corpul este în ortostatism, cu privirea înainte, picioarele apropiate, membrele superioare pe lângă corp și palmele înainte se spune că se află în _____________.

30. Termenul direcțional folosit pentru a descrie partea din față a corpului, de aceeaşi parte cu abdomenul, este _____________.

31. Deşi câteodată se foloseşte termenul dorsal, este de preferat termenul _____________ atunci când ne referim la regiunea spatelui.

32. În nomenclatura anatomică, termenul superior se referă la o parte a corpului îndreptată spre _____________.

33. În nomenclatura anatomică, se spune că abdomenul este situat inferior față de _____________.

34. Termenul anatomic care se referă la o parte depărtată de linia mediană este _____________.

35. Termenul proximal se referă la un punct apropiat de locul unde extremitățile se ataşează de _____________.

36. În nomenclatura anatomică, mâna este considerată distală față de _____________.

37. Două structuri aflate de aceeaşi parte a corpului, cum ar fi mâna stângă şi piciorul stâng, sunt _____________.

38. Un plan vertical ce împarte corpul într-o parte dreaptă şi una stângă este _____________.

39. Un plan longitudinal ce împarte corpul într-o parte anterioară şi una posterioară este planul frontal, cunoscut şi ca _____________.

40. Un plan orizontal divide corpul într-o parte superioară şi una inferioară şi este cunoscut drept _____________.

41. Un plan mediosagital divide corpul în două jumătăți egale, stângă şi dreaptă, dar dacă jumătățile sunt inegale, planul se numeşte _____________.

42. Cavitatea posterioară este subîmpărțită în canalul rahidian şi _____________.

43. Două subdiviziuni importante ale cavității ventrale sunt cavitatea abdomino-pelvină şi _____________.

44. Inima, esofagul, traheea şi bronhiile sunt localizate într-o regiune a corpului numită _____________.

45. Subdiviziunea abdominală şi cea pelvină sunt părți ale cavității abdomino-pelvine, care se mai numeşte şi _____________.

46. Muşchiul mare, în formă de cupolă, care separă cavitatea abdomino-pelvină de cavitatea toracică este _____________.

47. Imediat superior de regiunea ombilicală se află o regiune a cavității abdomino-pelvine numită _____________.

48. Lateral de regiunea hipogastrică a cavității abdomino-pelvine se află regiunea iliacă, numită și _____________.

49. Cele trei tipuri de membrane seroase ale corpului sunt peritoneul, pleura și _____________.

50. Cele trei membrane seroase ale corpului sunt alcătuite dintr-o foiță viscerală și o _____________.

SECŢIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Histologia se preocupă în principal de
   A. dezvoltarea individuală
   B. studiul rinichiului
   C. studiul microscopic al celulelor și al țesuturilor
   D. studiul creierului

2. Unitatea fundamentală a organismelor vii este
   A. țesutul
   B. celula
   C. organul
   D. sistemul de organe

3. Principalele țesuturi din organismul uman sunt următoarele, *cu excepția*
   A. țesutului conjunctiv
   B. țesutului nervos
   C. țesutului epitelial
   D. țesutului scuamos

4. Mai multe organe care îndeplinesc funcții asemănătoare și care lucrează împreună constituie
   A. un țesut
   B. un sistem de organe
   C. un organism
   D. o celulă

5. Procesul de catabolism implică
   A. formarea de materie organică
   B. utilizarea de energie
   C. descompunerea materiei organice
   D. absorbția substanțelor nutritive

6. Oasele sistemului scheletic asistă funcția de mișcare
   A. producând de leucocite
   B. depozitând minerale
   C. oferind locuri de inserție pentru mușchi
   D. conducând impulsurile nervoase

7. Următoarele sunt caracteristici ale creșterii, *cu excepția*
   A. un organism primește materiale din mediul înconjurător
   B. un organism își folosește mușchii pentru mișcare
   C. un organism își crește masa
   D. mărimea celulelor corpului crește

8. Când nevoile celulelor corpului sunt satisfăcute și funcțiile corpului se desfășoară normal, organismul se află în
   A. homeostazie
   B. metabolism anabolizant
   C. creștere
   D. mișcare ipsilaterală

9. Principalul mecanism de feed-back al organismului este
   A. feed-back-ul negativ
   B. feed-back-ul pozitiv
   C. mecanismul de reglare
   D. proximal versus distal

10. Următoarele caracteristici se referă la poziția anatomică a corpului, *cu excepția*
    A. privirea înainte
    B. membrele superioare pe lângă corp
    C. picioarele apropiate
    D. palmele îndreptate spre corp

11. Care dintre următoarele structuri se consideră a fi pe partea anterioară a corpului?
    A. ceafa
    B. palmele
    C. urechile
    D. coatele

12. În relație cu stomacul, măduva spinării se află
    A. lateral
    B. posterior
    C. anterior
    D. ventral

13. Termenul direcțional care se referă la zona dinspre partea de jos a corpului, în direcția opusă față de cap, este
    A. cefalic
    B. cranial
    C. superior
    D. inferior

14. Dacă structura A se află lateral față de corp și structura B se află în direcția opusă, atunci structura B se află:
    A. proximal
    B. medial
    C. ventral
    D. anterior

15. Față de brațul stâng, brațul drept se află
    A. proximal
    B. frontal
    C. controlateral
    D. caudal

16. În comparație cu articulația genunchiului, articulația șoldului se află
    A. proximal
    B. superficial
    C. inferior
    D. dorsal

17. În comparație cu pielea, mușchii se află
    A. superficial
    B. profund
    C. lateral
    D. cefalic

18. Pentru că brațul stâng şi piciorul stâng sunt de aceeaşi parte a corpului, spunem că sunt situate
    A. transvers
    B. epigastric
    C. ventral
    D. ipsilateral

19. Comparativ cu brațul, degetele se află
    A. superficial
    B. distal
    C. parasagital
    D. orizontal

20. Planul sagital împarte corpul într-o
    A. parte dreaptă şi una stângă
    B. parte anterioară și una posterioară
    C. parte superioară şi una inferioară
    D. parte laterală şi una controlaterală

21. O secțiune transversală printr-un organ se realizează când acesta este secționat în plan
    A. sagital
    B. medio-sagital
    C. coronal
    D. transversal

22. Cavitatea craniană şi cavitatea spinală formează
    A. cavitatea inferioară
    B. cavitatea superioară
    C. cavitatea posterioară
    D. cavitatea anterioară

23. Mediastinul se află în
    A. porţiunea pelvină a cavităţii abdomino-pelvine
    B. porţiunea abdominală a cavităţii abdomino-pelvine
    C. canalul rahidian
    D. cavitatea toracică

24. Regiunile hipogastrică, iliacă şi ombilicală sunt localizate în
    A. cavitatea abdomino-pelvină
    B. cadranul drept inferior al cavităţii toracice
    C. cadranul stâng superior al canalului rahidian
    D. cavitatea dorsală

25. Lichidul seros secretat de membranele seroase
    A. este produs de celulele sanguine
    B. conţine enzime digestive
    C. permite organelor să alunece cu uşurinţă unul pe lângă celălalt
    D. este un mediu de transport al hormonilor în organism

SECŢIUNEA C – Adevărat/Fals: *La următoarele enunţuri marcaţi cu litera „A" afirmaţia care este adevărată. Dacă este falsă, înlocuiţi cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una corectă.*

1. Referitor la nivelele structurale ale organismului, moleculele se asociază între ele pentru a forma un ţesut.
2. Două sau mai multe tipuri de ţesuturi se asociază pentru a forma un organ.
3. În procesul metabolic numit catabolism, materia organică este degradată, de obicei cu consum de energie.
4. Caracteristica ce permite celulelor să recepţioneze stimuli pe care îi transmit dintr-o parte în alta a corpului se numeşte iritabilitate.
5. Reproducerea asexuată este forma de reproducere în care o singură celulă se divide pentru a rezulta două celule fiice identice.
6. Homeostazia se asociază cu menţinerea relativ constantă din punct de vedere fizic şi chimic a mediului intern al celulelor organismului şi al organismului însuşi.
7. Sistemele de auto-reglare care funcţionează în organism pentru a-l proteja de extreme sunt cunoscute ca sisteme de control.

8. Despre o structură pe care o găsim de aceeași parte cu cavitatea abdominală spunem că se află posterior.
9. Poziția orizontală este cea de referință pentru toți termenii direcționali referitori la corp.
10. Despre o structură aflată în partea superioară a corpului putem spune că se află în partea cranială.
11. Ochii se află medial față de nas.
12. O structură care se află mai aproape de suprafața corpului decât alta, spunem că este superficială.
13. Termenul „dorsal" este similar, dar nu în totalitate, cu „anterior".
14. Comparativ cu femurul, glezna se află în profunzime.
15. Planul vertical este un plan longitudinal care împarte corpul într-o parte stângă și una dreaptă.
16. Planul coronal se mai nuește și plan transversal.
17. Planul coronal formează un unghi drept cu planul sagital.
18. Cele două subdiviziuni importante ale cavității posterioare sunt cavitatea toracică și cavitatea abdomino-pelvină.
19. Esofagul, traheea și inima se află într-o regiune a cavității toracice numită pericard.
20. În cavitatea abdomino-pelvină regiunea epigastrică se află imediat superior regiunii hipogastrice.
21. Lateral de regiunea ombilicală a cavității abdomino-pelvine se află regiunile inghinale stângă și dreaptă.
22. Pereții cavităților corpului și suprafața organelor din interiorul acestora sunt acoperite de membrane mucoase.
23. Organele abdominale și cea mai mare parte a organelor pelvine sunt acoperite de o membrană seroasă numită pleură.
24. Membranele seroase se află, de obicei, la distanță una de cealaltă.
25. Cele două componente principale ale membranelor seroase sunt foița viscerală și foița parietală.

SECȚIUNEA D - Studiu de caz

John suferă de dureri puternice la fiecare respirație. Medicul îl informează că are pleurezie. Ce membrane sunt inflamate? Care este rolul lor? De ce este pleurezia atât de dureroasă?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A – Completare

1. anatomie macroscopică
2. microscop
3. celulele
4. fiziologie renală
5. atomi
6. moleculele
7. celula
8. țesut
9. țesutul conjunctiv
10. țesut epitelial
11. organ
12. metabolismul
13. anabolism
14. catabolism
15. involuntară
16. oase
17. creștere
18. celulelor nervoase
19. reparare
20. reproducere sexuată
21. asexuat
22. homeostazie
23. fizic
24. oxigenul
25. sistemul endocrin
26. condiții stresante
27. feed-back-ul negativ
28. feed-back-ul pozitiv
29. poziție anatomică
30. anterior
31. posterior
32. cap
33. torace
34. lateral
35. trunchi
36. antebraț
37. ipsilaterale
38. planul sagital
39. plan coronal
40. plan transversal
41. parasagital
42. cavitatea craniană
43. cavitatea toracică
44. mediastin
45. cavitate peritoneală
46. diafragmul
47. regiune epigastrică
48. regiune inghinală
49. pericardul
50. foiță parietală

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere

1. C	6. C	11. B	16. A	21. D
2. B	7. B	12. B	17. B	22. C
3. D	8. A	13. D	18. D	23. D
4. B	9. A	14. B	19. B	24. A
5. C	10. D	15. C	20. A	25. C

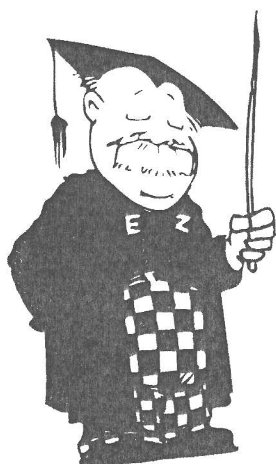
SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals

1. celula
2. A
3. eliberare
4. conductibilitate
5. A
6. A
7. feed-back
8. anterior
9. anatomică
10. A
11. lateral
12. A
13. posterior
14. distal
15. sagital
16. frontal
17. A
18. anterioare
19. mediastin
20. ombilicale
21. flancuri
22. seroase
23. peritoneu
24. aproape
25. A

SECȚIUNEA D – Studiu de caz

În pleurezie sunt inflamate foițele pleurale parietale și viscerale. Ele căptușesc cavitatea pleurală și acoperă plămânii, permițându-le să se umple cu aer fără frecare. Pleurezia este atât de dureroasă pentru că, din cauza inflamației, foițele pleurale se freacă una de cealaltă în timpul mișcărilor respiratorii.

2



Bazele chimice ale anatomiei și fiziologiei

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol conține noțiuni de bază din biochimie. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- descrieți elemente, atomi, molecule, diverși compuși;
- deosebiți tipurile de reacții chimice ale organismului;
- deosebiți acizii de baze și să folosiți scala pH-ului;
- identificați clasele de macromolecule esențiale după tip, unitatea de bază sau exemple;
- deosebiți monozaharidele, dizaharidele și polizaharidele;
- identificați componentele trigliceridelor, fosfolipidelor și steroizilor după descriere și exemple;
- deosebiți acizii grași mononesaturați, polinesaturați și saturați;
- identificați componentele aminoacizilor și partea variabilă din fiecare aminoacid;
- descrieți structura proteinelor;
- rezumați funcțiile proteinelor în organism;
- deosebiți tipurile de acizi nucleici după compoziție și funcții;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Principii chimice: elemente, atomi, molecule, acizi și baze
- Compuși organici: glucide, lipide, proteine, acizi nucleici
- Întrebări recapitulative

În anii 1800, oamenii de știință au descoperit că unii compuși din structura organismelor vii pot fi sintetizați. În 1828, Friedrich Wöhler a sintetizat primul compus, ureea, un produs de degradare al metabolismului proteic. De atunci, a devenit evident că fiziologia organismului este corelată cu chimia.

Compușii chimici se clasifică în organici și anorganici. Cele patru tipuri principale de compuși organici prezente în organismul uman sunt: glucidele, lipidele, proteinele și acizii nucleici. Ei reprezintă principalul subiect al acestui capitol.

PRINCIPII CHIMICE

Formarea substanțelor organice depinde de modul în care se leagă atomii între ei pentru a forma molecule. Atomii sunt unitățile fundamentale din care sunt alcătuite elementele, în timp ce moleculele sunt unitățile de bază ale compușilor chimici.

ELEMENTELE CHIMICE

Toată materia din univers este alcătuită din una sau mai multe substanțe fundamentale numite **elemente chimice**. În natură există 92 de elemente și multe altele au fost sintetizate de oamenii de știință. Un element nu poate fi dezintegrat în alte substanțe mai simple prin mijloace chimice. Oxigenul, fierul, calciul, sodiul, hidrogenul, carbonul și azotul sunt elemente.

Elementele sunt desemnate prin simboluri care deseori derivă din limba latină (Tabelul 2.1). De exemplu, sodiul (din latinescul *natrium*) se prescurtează Na; potasiul (*kalium*) se prescurtează K; fierul (din *ferrum*) se prescurtează Fe. Alte simboluri sunt: H pentru hidrogen, O pentru oxigen, N pentru azot, C pentru carbon. E important de știut că hidrogenul, carbonul, oxigenul și azotul formează peste 90% din greutatea corpului uman.

ATOMII

Elementele sunt compuse din **atomi**, cea mai mică parte dintr-un element, care poate intra în combinații cu atomii altor elemente. Un atom nu poate fi degradat în subunități mai mici fără a-și pierde proprietățile elementare.

Atomii sunt alcătuiți din **protoni** și neutroni (nucleari), fiind înconjurați de **electroni** orbitali (Figura 2.1). Greutatea unui proton încărcat pozitiv este de aproximativ 1835 de ori greutatea unui electron încărcat negativ. **Neutronul** nu este încărcat electric; el are aceeași greutate ca protonul. Protonii și neutronii aderă strâns pentru a forma nucleul dens, încărcat pozitiv, al atomului. Electronii se învârt în jurul nucleului pe trasee cunoscute drept straturi orbitale. **Numărul atomic** al unui element reprezintă numărul de protoni dintr-un atom, iar **numărul de masă** este suma protonilor și neutronilor din atom.

TABELUL 2.1 CÂTEVA ELEMENTE CHIMICE PREZENTE LA ORGANISMELE VII, SIMBOLURILE ŞI MASELE LOR ATOMICE

Elementul chimic	Simbolul atomic	Masa atomică
Carbon	C	12
Hidrogen	H	1
Oxigen	O	16
Azot (Nitrogen)	N	14
Sulf	S	32
Fosfor	P	31
Potasiu	K	39
Calciu	Ca	40
Fier	Fe	56
Magneziu	Mg	24
Cupru	Cu	64
Bor	B	11
Zinc	Zn	65
Clor	Cl	35
Sodiu	Ns	23
Mangan	Mn	55
Cobalt	Co	59
Iod	I	127

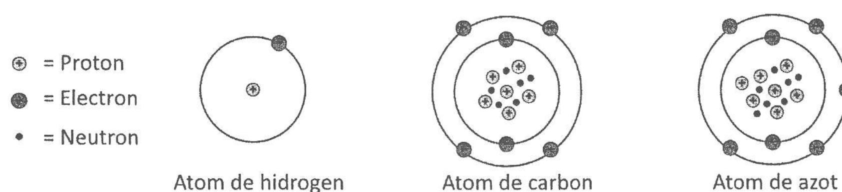


FIGURA 2.1 Structura a trei atomi și particulele esențiale ale atomului.

Distribuția electronilor într-un atom este importantă pentru chimia atomului. Atomii sunt cel mai stabili atunci când pe stratul extern se află un număr complet de electroni. Acest număr poate fi de doi electroni (pentru hidrogen și heliu) sau opt electroni. Un atom tinde să primească sau să cedeze electroni până când stratul extern este complet și atomul devine stabil. Un element cu atomi ai căror straturi externe sunt complete, este un **element inert** deoarece nu intră în reacție cu alți atomi. Heliul, neonul, kryptonul sunt exemple de elemente inerte.

Primirea sau cedarea electronilor sunt fundamentale pentru reacțiile chimice ale atomilor. Când o reacție se soldează cu pierderea de electroni, se numește **oxidare**. Când o reacție are ca rezultat primirea de electroni, se numește **reducere**. Aceste tipuri de reacții apar deseori împreună și se numesc reacții de oxido-reducere.

Atomii conțin același număr de protoni și electroni și în această stare sunt considerați neîncărcați (neutri). Când pierd sau primesc electroni, se încarcă și devin **ioni**. Un ion are sarcină pozitivă dacă are un proton în plus, sau are sarcină negativă dacă are un electron în plus. Ionii de sodiu, calciu, potasiu și multe alte tipuri de ioni sunt importanți în fiziologia umană.

Deși numărul de protoni este același pentru toți atomii unui element, numărul de neutroni poate varia. Astfel de variante se numesc **izotopi**. Izotopii au același număr

atomic, dar masă atomică diferită. Atomii de carbon, de exemplu, au numărul atomic 6 și numărul de masă 12. Un izotop de carbon (^{14}C), cu doi neutroni în plus, are numărul atomic 6, dar numărul de masă 14.

MOLECULELE

Moleculele sunt combinații chimice de doi sau mai mulți atomi. Moleculele unui element sunt compuse dintr-un singur tip de atomi. Exemple sunt molecula gazului de hidrogen (H_2) sau de oxigen (O_2).

Moleculele alcătuite din două sau mai multe tipuri de atomi se numesc compuși. De exemplu, apa este un compus alcătuit din molecule de apă (H_2O), iar glucoza este alcătuită din carbon, oxigen și hidrogen ($C_6H_{12}O_6$).

Dispoziția atomilor în moleculă îi determină proprietățile. **Masa moleculară** este egală cu masa atomică a atomilor din moleculă. De exemplu, masa moleculară a apei este 18. Masele moleculare se exprimă în **daltoni** (un dalton reprezintă masa unui atom de hidrogen; un compus cu masa moleculară 18 este, astfel, de 18 ori mai greu decât un atom de hidrogen). Daltonii ne oferă o idee relativă despre mărimea unei molecule.

DE REȚINUT
Moleculele sunt alcătuite din doi sau mai mulți atomi. Compușii sunt alcătuiți din două sau mai multe tipuri de atomi.

Atomii se leagă unii de ceilalți în molecule prin intermediul **legăturilor chimice**. Pentru a se forma o legătură, atomii trebuie să se apropie îndeajuns, astfel încât straturile lor electronice să se suprapună. Apoi, se schimbă sau se împart electroni pentru a se forma o legătură chimică. Există trei tipuri de legături chimice: cea ionică, cea covalentă și cea de hidrogen.

O **legătură ionică** se formează când electronii unui atom sunt cedați unui alt atom. Din acest transfer rezultă atomi încărcați electric, numiți ioni (Figura 2.2). Sarcinile electrice ale celor doi ioni sunt opuse (pozitivă și negativă), iar ionii cu sarcini electrice opuse se atrag între ei, rezultând o legătură ionică. Clorura de sodiu este formată din ioni de sodiu și clor combinați în acest fel.

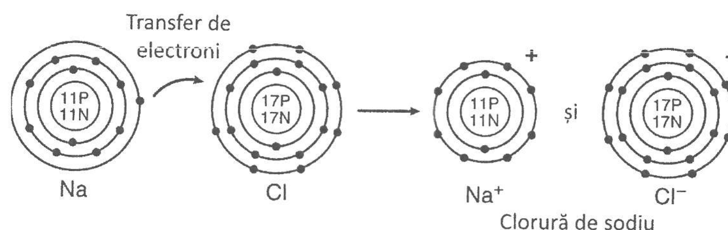


FIGURA 2.2 Formarea unei legături ionice cu ajutorul atomilor de sodiu (Na) și clor (Cl). Un electron se deplasează de la atomul de Na la cel de Cl, creând ioni, a căror atracție electrică formează legătura ionică.

Al doilea tip de legătură se numește **legătură covalentă**. Această legătură se formează când doi atomi pun în comun unul sau mai mulți electroni (Figura 2.3). De exemplu, pentru a forma molecula de metan (CH_4), carbonul își imparte electronii cu patru atomi de hidrogen, iar atomii de oxigen și hidrogen împart electroni pentru a forma moleculele de apă (H_2O). Când se împarte o singură pereche de electroni, **legătura** este **simplă**, când se împart două perechi, avem o **legătură dublă**.

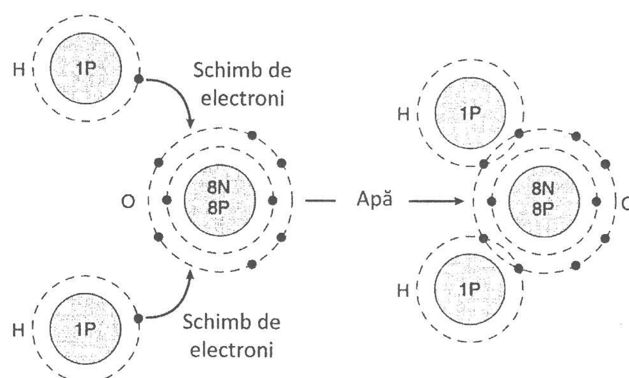


FIGURA 2.3 Formarea unei legături covalente într-o moleculă de apă. Atomul de oxigen își împarte electronii cu doi atomi de hidrogen, completându-se astfel straturile externe de electroni ale fiecăruia.

Carbonul este renumit pentru capacitatea de a participa la o multitudine de legături covalente pentru că are doar patru electroni în stratul său extern. Astfel, se poate combina cu alți patru atomi sau grupuri de atomi. Compușii carbonici posibili sunt atât de diverși, încât chimia umană și disciplina de chimie organică se ocupă aproape exclusiv de chimia carbonului.

Un alt tip de legătură este **legătura de hidrogen**. Aceasta este o legătură slabă, formată prin atracții între părți ale moleculelor ușor pozitive și părți ușor negative. Legăturile de hidrogen țin împreună moleculele de apă și se găsesc și între componentele acizilor nucleici, unde ajută la menținerea structurii de dublu helix a ADN-ului. În plus, forma tridimensională a proteinelor depinde, în mare parte, de legăturile de hidrogen. Tabelul 2.2 prezintă, pe scurt, cele trei tipuri de legături.

TABELUL 2.2 CELE TREI TIPURI DE LEGĂTURI CHIMICE DIN MOLECULELE ORGANICE

Tip	Baza chimică	Tăria	Exemplu
Ionică	Atracția între ioni cu sarcini opuse	Puternică	Clorura de sodiu
Covalentă	Punerea în comun a perechilor de electroni între atomi	Puternică	Legătura carbon - carbon
De hidrogen	Atracții între părți ale moleculelor ușor pozitive și părți ușor negative	Slabă	Coeziunea apei

Procesul prin care substanțele chimice interacționează pentru a forma noi legături se numește **reacție chimică**. Într-o reacție chimică, **reactanții** pot forma diverși **produși de reacție**. De exemplu, o moleculă reactantă poate fi separată în doi produși moleculari. În alte cazuri, se poate produce un schimb de părți între moleculele reactante, poate fi introdusă apa în reacție, proces cunoscut sub numele de **hidroliză**, sau poate apărea o reacție de oxido-reducere care implică un schimb de electroni.

Apa este un important component în multe reacții chimice, fie ca și compus adăugat reactanților, fie ca moleculă ce rezultă din reacție. Apa este solventul universal în orga-

nismul uman și, practic, toate reacțiile chimice fiziologice au loc în apă. Apa reprezintă peste 75% din compoziția organismului.

ACIZII ȘI BAZELE

Un **acid** este un compus chimic care eliberează ioni de hidrogen când este adăugat în apă. Când acidul clorhidric este pus în apă, el eliberează ioni de hidrogen (protoni). Un acid este considerat tare (acidul clorhidric, sulfuric, azotic) dacă își eliberează toți ionii de hidrogen, sau slab (acidul carbonic), dacă eliberează doar câțiva ioni de hidrogen. Acizii au gust acru și reacționează cu multe metale. Concentrația de protoni eliberați de un acid determină aciditatea soluției. Când se scrie formula moleculară pentru un acid, hidrogenul este primul atom din formulă. De exemplu, HCl reprezintă acidul clorhidric, iar H_2SO_4 acidul sulfuric.

Anumiți compuși chimici atrag hidrogenul când sunt introduși în apă. Aceste substanțe se numesc **baze**. Exemple tipice de baze sunt hidroxidul de sodiu (NaOH) și hidroxidul de potasiu (KOH). Când acești compuși sunt introduși în apă, ei atrag ionii de hidrogen din moleculele de apă, lăsând în urmă radicali ionici hidroxil (-OH). Rezultă o soluție bazică (alcalină). Atât NaOH, cât și KOH, sunt baze tari, în timp ce componentele acizilor nucleici, cum ar fi guanina și adenina, sunt baze slabe. Bazele au un gust amar și sunt alunecoase la pipăit. Amoniacul, un produs de degradare al metabolismului proteic, formează în reacție cu apa o bază numită hidroxid de amoniu; pe de altă parte, prin acceptarea unui proton, formează ionul amoniu.

Măsurarea acidității sau alcalinității unei substanțe se face cu ajutorul **pH**-ului, logaritmul în baza 10 al concentrației ionilor de hidrogen. Când numărul ionilor de hidrogen este egal cu numărul ionilor hidroxil, pH-ul substanței este 7,0 (apa pură, are un pH de 7,0). Scăderea valorii caracterizează substanțele acide, o substanță mai acidă având un pH mai mic (Tabelul 2.3). Substanțele alcaline au valori ale pH-ului mai mari de 7, iar cea mai alcalină substanță are pH-ul 14,0.

DE REȚINUT
Acizii au pH mic, bazele au pH mare.

Când pH-ul unei soluții este 7, numărul ionilor de hidrogen și hidroxil este egal. O soluție cu pH 6 are de 10 ori mai mulți ioni de hidrogen decât o soluție neutră, iar o soluție cu pH 5, are de 100 de ori mai mulți ioni de hidrogen. O soluție cu pH 8 are 1/10 din numărul ionilor de hidrogen al unei soluții neutre, iar una cu pH 9 are 1/100 din numărul ionilor de hidrogen al unei soluții neutre. Invers, cu cât concentrația ionilor de hidrogen e mai mică, cu atât este mai mare concentrația ionilor hidroxil.

TABELUL 2.3 VALOAREA pH-ULUI PENTRU CÂTEVA FLUIDE ALE CORPULUI

Substanța	pH	Substanța	pH
Suc gastric	1,4	Lacrimi	7,2
Urină	6,0	Sânge	7,4
Salivă	6,8	Suc intestinal	7,8
Lapte	7,1	Suc pancreatic	8,0

COMPUȘII ORGANICI

Dintre numeroasele tipuri de compuşi organici, atât în corpul uman cât şi în celelalte vieţuitoare întâlnim patru mari categorii. Cele patru categorii sunt glucidele, lipidele, proteinele şi acizii nucleici.

GLUCIDELE

Glucidele sunt folosite ca şi materiale structurale şi sursă de energie pentru organismul uman. Ele sunt compuse din carbon, hidrogen şi oxigen; ponderea atomilor de carbon faţă de cei de oxigen este, de obicei 2:1. Glucidelor simple li se mai spune **zaharide**. Zaharidele se clasifică la rândul lor în **monozaharide**, dacă sunt compuse dintr-o singură unitate moleculară. Cel mai des întâlnit monozaharid din corpul uman este **glucoza** ($C_6H_{12}O_6$). Glucoza este combustibilul de bază al organismului. Aceasta se dizolvă în fluidele corpului şi este transportată în toate celulele, unde este degradată chimic, eliberând energie. Alte monozaharide sunt **fructoza** şi **galactoza** (Figura 2.4). Glucoza, fructoza şi galactoza au aceeşi formulă moleculară ($C_6H_{12}O_6$), însă atomii sunt aranjaţi diferit. Astfel de molecule se numesc **izomeri**.

Dizaharidele sunt zaharuri compuse din două unităţi moleculare monozaharidice legate covalent una de cealaltă. În organismul uman există trei dizaharide importante: **maltoza**, o combinaţie de două unităţi glucidice, rezultată din degradarea amidonului în intestin; **zaharoza**, zahărul de masă, formată prin unirea glucozei cu fructoza, este o sursă de energie; şi **lactoza**, compusă din molecula de glucoză şi galactoză (Figura 2.5), de asemenea o sursă de energie. Lactoza este principalul glucid din lapte.

Glucidele compuse se numesc **polizaharide**. Polizaharidele se formează prin combinaţii între diverse monozaharide. Printre cele mai importante polizaharide amintim **amidonul**, compus din mii de unităţi glucidice. Amidonul este forma de depozitare a glucidelor întâlnită la plante. Mare parte din populaţia mondială îşi satisface nevoile energetice cu glucoza provenită din amidonul diverselor plante: orez, grâu, porumb, cartofi.

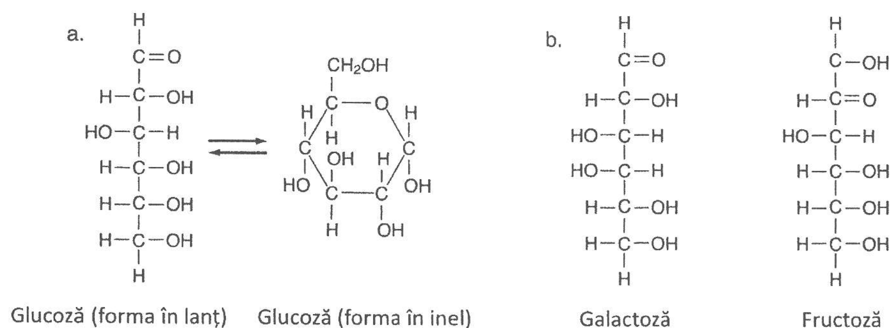
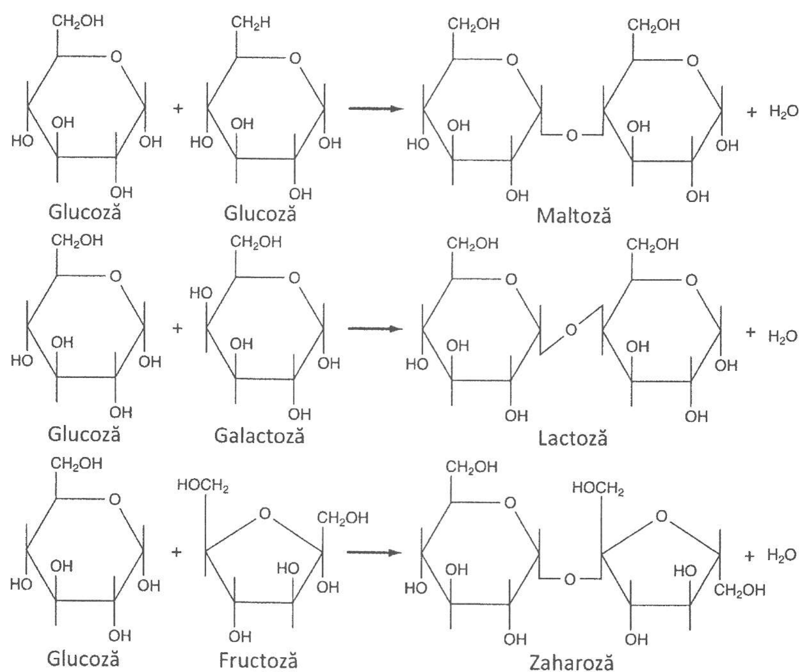
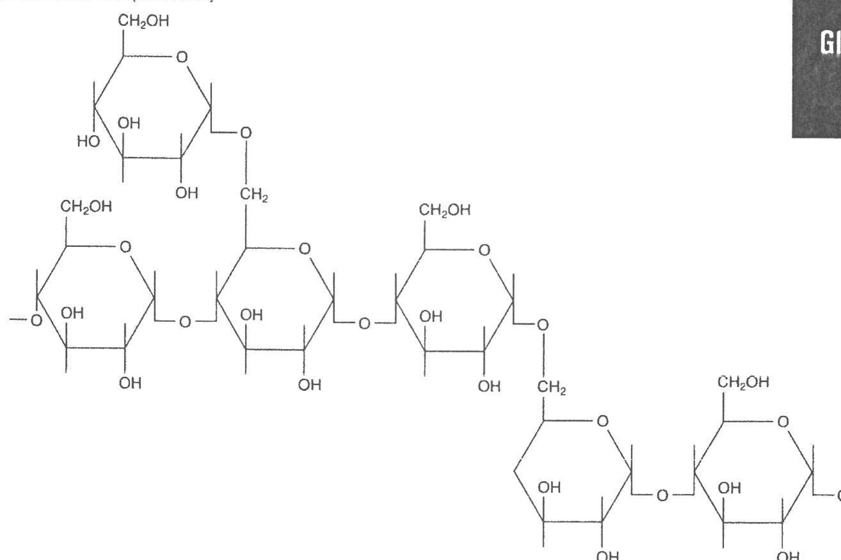


FIGURA 2.4 Exemple de monozaharide. (a) Glucoza este cel mai frecvent întâlnit monozaharid în anatomie şi fiziologie. Există atât sub formă de lanţ, cât şi sub formă de inel. (b) Alte două monozaharide, galactoza şi fructoza, au acelaşi număr şi tip de atomi, însă într-un aranjament diferit.

a. Dizaharide



b. Polizaharide (amidon)



DE REȚINUT
Glucidele sunt compuse din monozaharide.

FIGURA 2.5 Dizaharidele și amidonul (polizaharid). (a) Dizaharide ca maltoza, lactoza și zaharoza sunt alcătuite din monozaharide. (b) Amidonul este alcătuit din numeroase unități glucidice. Observați că glucidele sunt prezentate în forma lor inelară.

Alt polizaharid, de asemenea important, este **glicogenul**. Glicogenul este de asemenea compus din mii de unități glucidice, însă acestea se leagă într-un alt mod față de amidon. Glicogenul este forma cea mai importantă de depozitare a glucozei în ficatul uman și mușchii scheletului.

Un alt polizaharid important este **celuloza**. Și ea este alcătuită din unități glucidice, însă legăturile ei covalente nu pot fi rupte, decât de către câteva specii de microorganis-

me. Celuloza se găseşte în pereţii celulari ai plantelor şi furnizează fibrele alimentare din organism (Tabelul 2.4).

TABELUL 2.4 MACROMOLECULE IMPORTANTE ALE ORGANISMELELOR VII

Macromolecula		Alcătuire	Funcții majore	Exemple
Glucide		Monozaharide	Depozit de energie; rol structural	Amidon, glicogen, celuloză
Lipide				
	Grăsimi	Acizi grași și glicerol	Depozit de energie; izolare termică; amortizarea șocurilor	Grăsime, ulei
	Fosfolipide	Acizi grași, glicerol, fosfați și un grup radical*	Structura membranelor	Membrană citoplasmatică
	Ceruri	Acizi grași și alcooli cu lanțuri lungi	Impermeabilitate; protecție împotriva diverselor elemente	Cutină, suberină, cerumen, ceară de albine
	Steroizi	Structură cu patru inele	Stabilitate membranară; hormoni	Colesterol, testosteron, estrogen
Proteine		Aminoacizi	Catalizatori ai reacțiilor metabolice; hormoni; transportul oxigenului; rol structural	Enzime, hormoni (insulină, hormonul de creștere); hemoglobină, cheratină; colagen
Acizi nucleici		Nucleotide	Ereditate; informații pentru sinteza proteică	ADN, ARN

*Grup radical = porţiunea variabilă a moleculei

LIPIDELE

Lipidele sunt molecule organice compuse din atomi de carbon, hidrogen şi oxigen. La lipide, raportul atomilor de hidrogen comparativ cu cel al atomilor de oxigen este mult mai mare decât la glucide. Lipidele includ steroizi (materialul din care sunt alcătuiţi majoritatea hormonilor), ceruri (de exemplu cerumenul) şi grăsimi, despre care vom discuta în continuare. Alte lipide sunt fosfolipidele, care au în componenţă fosfor şi se găsesc în membrana celulară.

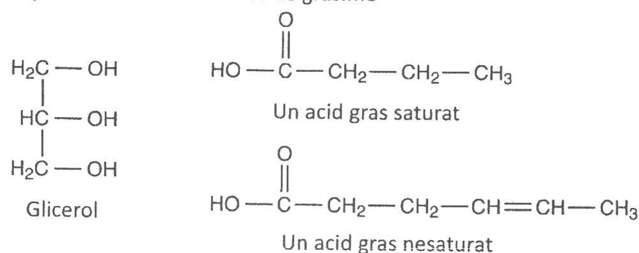
Grăsimile sunt compuse dintr-o moleculă de glicerol şi una, două sau trei molecule de acid gras (astfel, formând mono-, di-, şi trigliceridele). Un acid gras conţine un lanţ lung de atomi de carbon, cu atomi de hidrogen asociaţi şi o grupare (-COOH) de acid organic. În structura unei grăsimi, acizii graşi pot fi de acelaşi fel sau diferiţi. Ei sunt legaţi de o moleculă de glicerol printr-o reacţie cu eliminare de apă (**deshidratare**) în timpul formării legăturii covalente (Figura 2.6). Numărul atomilor de carbon dintr-un acid gras poate varia între 4 şi 24.

DE REŢINUT
Lipidele conţin diverse unităţi moleculare, dar întotdeauna conţin o proporţie mai mică de oxigen decât glucidele.

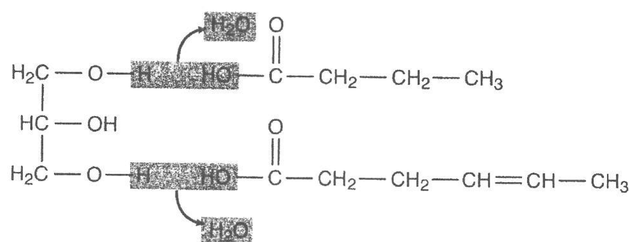
Unii acizi grași au una sau mai multe legături duble în moleculă, unde s-ar putea alipi mai mulți atomi de hidrogen. Acizii grași care au astfel de molecule se numesc acizi grași **nesaturați**. Dacă există o singură legătură dublă, se numește acid gras mononesaturat. Dacă sunt două sau mai multe legături duble, acidul se numește polinesaturat. Alți acizi grași nu au legături duble, și ei se numesc acizi grași **saturați**. În anumite afecțiuni, în locul acizilor saturați, este de preferat ca dieta să conțină acizi grași nesaturați.

Când grăsimile sunt depozitate în celule, de obicei sunt păstrate sub forma unor picături clare de lipide. Animalele, inclusiv omul, depozitează grăsimile intracelular, la nivelul **țesutului adipos**. Grăsimile din țesutul adipos înmagazinează multă energie (Capitolul 4) și sunt foarte folositoare organismului. În timpul digestiei, enzima numită lipază degradează grăsimile până la acizi grași și glicerol.

(a) Componentele unei molecule de grăsime



(b) Sinteza unei molecule de grăsime



(c) Produsul de sinteză

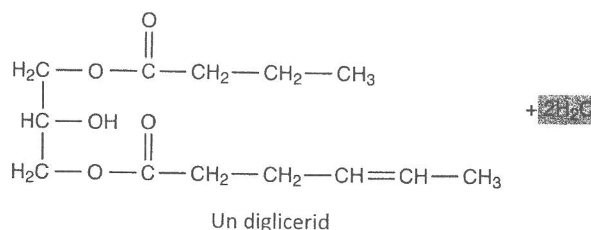


FIGURA 2.6 Exemple de grăsimi: (a) componentele unei molecule de grăsime; (b) sinteza unei molecule de grăsime; (c) noua moleculă formată.

PROTEINELE

Deși proteinele au o complexitate și o mărime considerabilă, pot fi ușor de înțeles deoarece au în componența lor unități, numite **aminoacizi**. Aminoacizii conțin atomi de carbon, hidrogen, oxigen și azot. Câteodată mai pot fi prezenți atomi de sulf sau fosfor. Există 20 de tipuri diferite de aminoacizi, fiecare având atașate: o grupare amino ($-NH_2$),

un acid organic (-COOH) şi de obicei un radical (-R). Aminoacizii diferă după gruparea radical. Diferenţele legate de aranjamentul, tipul şi numărul atomilor din gruparea radical (-R) conferă unicitate fiecărui aminoacid. Aminoacizii îşi exprimă această unicitate prin tipurile de legături şi gradul de aciditate sau alcalinitate. Exemple de aminoacizi sunt: alanina, valina, acidul glutamic, triptofanul, tirozina, histidina.

DE REŢINUT
Proteinele sunt alcătuite din lanţuri de aminoacizi.

Pentru a forma o proteină, aminoacizii se leagă unul de celălalt prin înlăturarea atomului de hidrogen din gruparea amino a unui aminoacid şi înlăturarea radicalului hidroxil al grupării acide a celui de-al doilea aminoacid. Apoi, gruparea amino se leagă de gruparea acid (Figura 2.7) şi se elimină o moleculă de apă (**deshidratare**). Legătura formată între aminoacizi se numeşte **legătură peptidică**. Proteinele mici, deseori mai sunt numite **peptide**.

Corpul uman are nevoie de proteine pentru sinteza componentelor celulare (de exemplu, proteine musculare), a hormonilor şi a enzimelor. **Hormonii** asigură reglarea chimică a organismului. **Enzimele** sunt proteine ce catalizează majoritatea reacţiilor chimice care au loc în celule. Enzimele nu sunt consumate în reacţie, ci rămân disponibile pentru a cataliza reacţiile viitoare. Fără enzime, chimia celulară nu poate avea loc, deoarece enzimele asigură locul în care substanţele chimice pot interacţiona în timpul unei reacţii chimice. Astfel, pentru a avea loc, reacţiile de sinteză şi de digestie depind mult de enzime.

Proteinele, de asemenea, pot fi găsite şi în afara celulelor, ca material de suport şi întărire. Oasele, cartilajul, tendoanele şi ligamentele conţin proteine în cantitate mare. Mulţi hormoni, precum insulina sau hormonul de creştere, sunt compuşi din proteine.

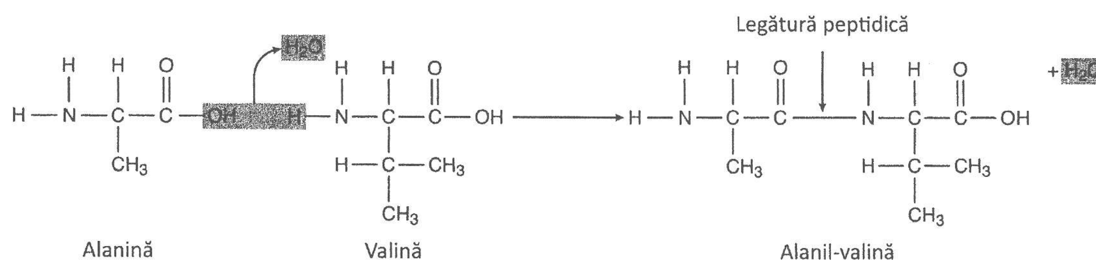


FIGURA 2.7 Legarea aminoacidului alanină de aminoacidul valină pentru a forma o proteină alcătuită din doi aminoacizi. Observaţi că sunt implicate grupările (-COOH) ale primului aminoacid şi ($-NH_2$) ale celui de-al doilea. Apa este un produs al reacţiei. Legătura covalentă formată este o legătură peptidică.

Diversele celule ale corpului produc proteine unice. Informaţiile pentru sinteza acestor proteine se găsesc în nucleul celulelor, unde **codul genetic** din ADN determină secvenţa de aminoacizi care apar în proteina finală. Cromozomii celulei conţin acest cod genetic în unităţi funcţionale, numite **gene**.

Aminoacizii proteinelor pot servi, de asemenea, ca sursă de energie pentru celulă. Când este nevoie, ficatul îndepărtează gruparea amino a unui aminoacid, iar celulele organismului folosesc compusul rezultat pentru energie.

ACIZII NUCLEICI

Asemenea proteinelor, acizii nucleici sunt molecule foarte mari, alcătuite din mai multe subunități. Unitățile acizilor nucleici se numesc **nucleotide**. Fiecare nucleotid conține o moleculă de glucid legată de o grupare fosfat și de o moleculă ce conține azot, numită **bază azotată** (pentru că are proprietăți bazice).

În celulele organismului uman se găsesc două tipuri importante de acizi nucleici. Primul, este acidul **dezoxiribonucleic**, sau **ADN**; cel de al doilea, este acidul **ribonucleic**, sau **ARN**. ADN-ul se găsește în cei 46 de cromozomi ai nucleului celular și este materialul din care sunt formate genele. ARN-ul se găsește în nucleolul, nucleul și citoplasma celulelor. Împreună cu ADN-ul, participă la sinteza proteinelor (Capitolul 3).

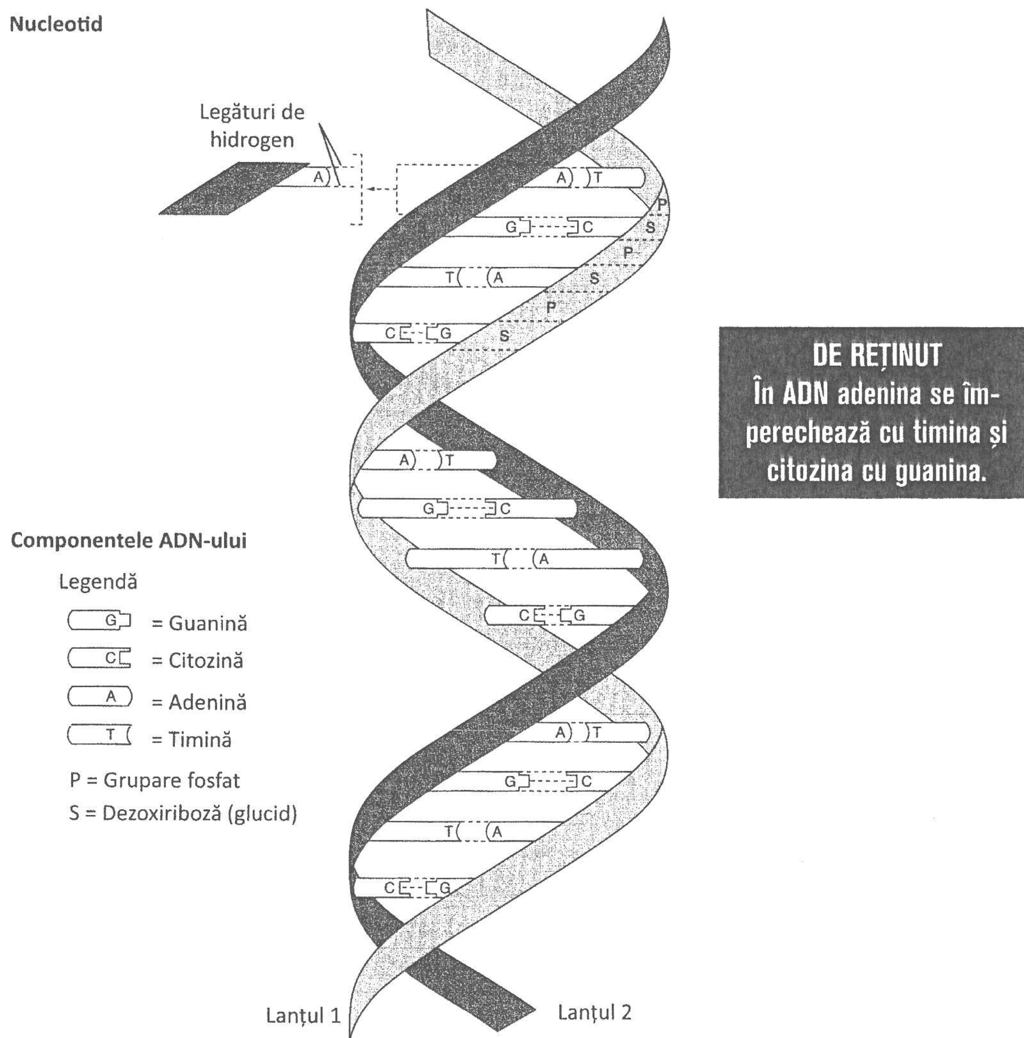
DE REȚINUT
Acizii nucleici sunt alcătuiți din nucleotide.

Componentele ADN-ului și ARN-ului diferă ușor. ADN-ul conține glucidul cu 5 atomi de carbon **dezoxiriboză**, în timp ce ARN-ul conține **riboză**. Atât ADN-ul cât și ARN-ul conțin **grupări fosfat**. Grupările fosfat leagă moleculele de dezoxiriboză sau riboză una de cealaltă în lanțul nucleotidic, pentru a forma așa-numitul „schelet" al lanțului. Ambii acizi conțin bazele **adenină**, **guanină** și **citozină**, dar ADN-ul conține baza **timină**, iar ARN-ul baza **uracil** (Tabelul 2.5). Adenina și guanina sunt molecule **purinice**, în timp ce citozina, timina și uracilul sunt molecule **pirimidinice**.

În 1953, biochimiștii James D. Watson și Francis H. C. Crick au propus un model universal acceptat pentru structura ADN-ului. În modelul Watson-Crick, ADN-ul constă din două lanțuri lungi de nucleotide cu bazele îndreptate spre interior, precum treptele unei scări. Guanina și citozina se împerechează pentru a forma o treaptă; la fel, adenina și timina. Adenina și timina sunt **complementare**, ca și guanina și citozina. Acest mod de aranjare constituie principiul complementarității bazelor. Cele două lanțuri nucleotidice se împletesc pentru a forma un **dublu helix**, asemănător unei scări în spirală (Figura 2.8). Bazele lanțurilor nucleotidice sunt menținute împreună prin legături slabe de hidrogen.

TABELUL 2.5 COMPARAȚIE ÎNTRE ADN ȘI ARN

ADN (acid dezoxiribonucleic)	ARN (acid ribonucleic)
Se găsește doar în nucleu	Se găsește în nucleu și citoplasmă
Întotdeauna asociat cromozomilor (gene)	Se găsește în ribozomii din citoplasmă sub formă de ARN mesager sau ARN de transport
Conține o pentoză (5 atomi de carbon), glucid numit dezoxiriboză	Conține o pentoză (5 atomi de carbon), glucid numit riboză
Conține bazele adenină, guanină, citozină, timină	Conține bazele adenină, guanină, citozină, uracil
Conține grupări fosfat ce leagă zaharurile între ele	Conține grupări fosfat ce leagă zaharurile între ele
Funcții de sinteză proteică și de transmitere a informației genetice	Funcții de sinteză proteică



DE REȚINUT
În ADN adenina se împerechează cu timina și citozina cu guanina.

FIGURA 2.8 Structura dublu-helix a moleculei de ADN. O nucleotidă conține glucidul dezoxiriboză (S), o grupare fosfat (P) și o bază azotată. Nucleotidele se leagă apoi pentru a forma cele două lanțuri ADN. Împerecherea bazelor complementare (A-T) și (C-G) este implicată în construcția ce menține catenele împreună.

Secvența de baze ADN dictează ordinea corectă a aminoacizilor la nivelul proteinelor ce urmează a fi sintetizate. Această succesiune a bazelor ADN reprezintă esența codului genetic (Capitolul 3 studiază importanța și operativitatea codului genetic în celule).

Înainte ca celula să se dividă, ADN-ul se replică. În celulele umane se replică 46 de cromozomi (sau 46 de molecule de ADN). Cromozomii replicați se separă și câte 46 vor trece în fiecare nouă celulă.

Procesul **replicării ADN-ului** începe când enzime specializate rup sau „desfac" dublul helix. Pe măsură ce se separă cele două catene, sunt expuse bazele purinice și pirimidinice de pe fiecare catenă. Bazele atrag nucleotidele lor complementare, făcându-le să stea în opoziție. Enzima ADN polimerază unește componentele nucleotidice pentru a forma un șir lung de nucleotide (Figura 2.9).

Prin acest proces, fiecare catenă veche de ADN determină sinteza unei noi catene de ADN prin împerecherea bazelor complementare. Vechea catenă se unește apoi cu noua catenă și formează un dublu helix. Acest proces se numește **replicare semiconservativă**, pentru că se conservă câte o catenă veche în fiecare nou dublu helix de ADN.

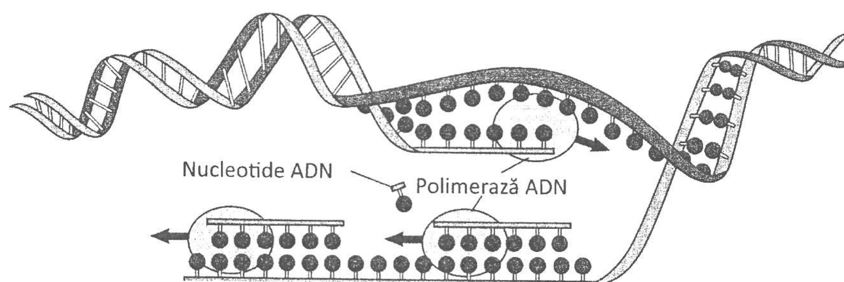


FIGURA 2.9 Replicarea ADN. Catenele ADN se despiralizează, iar enzima ADN polimerază unește nucleotidele din fiecare lanț conform bazelor prezente pe vechiul lanț. Noua catenă se unește apoi cu o catenă veche și formează două noi dublu helixuri.

ATP

O nucleotidă din ARN are un rol special în organism când are atașată o grupare fosfat adițională. Aceasta este adenozintrifosfatul, sau ATP-ul. ATP-ul acționează ca sursă energetică pentru organism. ATP-ul se formează utilizând energia din moleculele alimentare, prin respirația celulară și alimentează funcționarea organismului prin eliberarea unei grupări fosfat (Capitolul 19).



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Substanțele chimice prezente în organismele vii se numesc __________.
2. Toată materia din univers este alcătuită din una sau mai multe __________.
3. Na este prescurtarea pentru __________.
4. Atomii sunt alcătuiți din neutroni neutri, electroni încărcați negativ și particule încărcate pozitiv, numite __________.
5. Numărul de protoni dintr-un atom este denumit __________.
6. Atomii sunt cel mai stabili când stratul lor extern are 2 electroni sau __________.
7. O reacție prin care unul dintre participanți primește electroni se numește __________.
8. Un ion este un atom care a primit sau a pierdut unul sau mai mulți electroni și a dobândit __________.
9. Aranjamente specifice ale atomilor proveniți din diverse elemente alcătuiesc o __________.
10. Glucoza este compusă din atomi de oxigen, hidrogen și __________.
11. Suma maselor atomice ale atomilor unei molecule se numește __________.
12. Când electronii unui atom sunt transferați către alt atom se formează doi ioni, iar când aceștia se atrag reciproc, rezultă o legătură __________.
13. Metanul este un exemplu de compus format prin __________.
14. Carbonul intră în nenumărate combinații chimice deoarece stratul său electronic periferic are __________ electroni.
15. Un exemplu de compus ce conține o legătură ionică este sarea de bucătărie, sau __________.
16. Când este pus în apă, un acid eliberează __________.
17. Hidroxidul de sodiu și hidroxidul de potasiu sunt exemple de substanțe numite __________.
18. Glucidele servesc organismului uman ca material structural și __________.

19. Toate moleculele glucidice sunt compuse din trei tipuri diferite de atomi: carbon, oxigen și __________.

20. Cele mai simple glucide sunt compuse dintr-o singură unitate moleculară numită __________.

21. Glucidele alcătuite din două unități moleculare unite prin legături covalente se numesc __________.

22. Amidonul, glicogenul și celuloza sunt exemple de glucide complexe numite __________.

23. Trei exemple de monozaharide sunt fructoza, galactoza și __________.

24. Lactoza este principalul glucid din __________.

25. Celuloza este un glucid care nu poate fi degradat în organism și în consecință este folosit pentru __________.

26. Acizii grași, steroizii și cerurile aparțin unei clase de compuși organici numiți __________.

27. Elementele esențiale ale unei grăsimi sunt una, două sau trei molecule de acid gras legate de o moleculă de __________.

28. Acizii grași cu legături duble se numesc __________.

29. Țesutul uman în care se depozitează grăsimile sub formă de picături se numește __________.

30. Reacția prin care acizii grași se leagă de moleculele de glicerol, are ca rezultat și eliminarea de __________.

31. Fiecare acid gras conține o grupare de acid organic și un lanț de carbon cu __________ asociați.

32. În timpul digestiei, grăsimile sunt degradate până la acizi grași și glicerol de către enzima numită __________.

33. Cele patru elemente componente ale tuturor aminoacizilor sunt carbon, hidrogen, oxigen și __________.

34. Numărul diferiților aminoacizi care alcătuiesc aproape toate proteinele din organism este __________.

35. Când aminoacizii se unesc pentru a forma o proteină, legătura dintre ei se numește __________.

36. Proteinele sunt folosite pentru construcția unor părți celulare și pentru sinteza unor catalizatori chimici numiți __________.

37. Fiecare moleculă de aminoacid are o grupare amino și un rest de acid organic reprezentat prin _________.

38. Legarea aminoacizilor între ei pentru a forma o peptidă presupune și eliminarea unei molecule de apă, proces ce se numește _________.

39. Elementele de susținere și consolidare ale organismului, alcătuite în mare parte din proteine, sunt oasele, tendoanele, ligamentele și _________.

40. Doi hormoni alcătuiți exclusiv din proteine sunt hormonul de creștere și _________.

41. Când proteinele sunt utilizate ca sursă de energie, transformarea într-un compus energetic are loc în _________.

42. Structurile ce compun acizii nucleici se numesc _________.

43. Materialul din care sunt alcătuite genele este _________.

44. Baza azotată uracil se găsește doar în acidul _________.

45. Bazele azotate adenină și guanină aparțin unei clase moleculare numite _________.

46. În dublul helix de ADN, adenina și timina stau în opoziție una față de cealaltă iar celelalte două baze care stau în opoziție sunt _________.

47. Forma de dublu helix a ADN-ului se aseamănă cu o _________ în spirală.

48. Fiecare celulă umană, cu excepția celulelor sanguine și a celor reproductive, conține un set de _________ cromozomi.

49. După replicarea ADN, o catenă veche se unește cu una nouă în procesul numit _________.

50. Scheletul moleculei de ADN este alcătuit din grupări fosfat și molecule de glucid numit _________.

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Toate substanțele din univers sunt alcătuite din una sau mai multe substanțe fundamentale cunoscute ca și
   A. compuși
   B. molecule
   C. ioni
   D. elemente

2. Compușii organici
   A. sunt alcătuiți numai din ioni
   B. se găsesc în toate viețuitoarele
   C. sunt degradați în acizi și baze
   D. reacționează numai cu compuși anorganici

3. Care dintre următoarele afirmații descrie un atom?
   A. nu poate fi degradat mai departe fără a-și pierde proprietățile elementare
   B. este alcătuit din protoni încărcați negativ și electroni încărcați pozitiv
   C. are nucleul alcătuit din protoni și electroni
   D. neutronii se învârt în jurul nucleului atomului

4. Într-o reacție de oxido-reducere
   A. se formează o legătură dublă
   B. un acid este degradat în ioni de hidrogen și ioni hidroxil
   C. are loc o primire sau o pierdere de electroni
   D. monozaharidele reacționează cu dizaharidele

5. Masa moleculară a unei molecule este
   A. suma maselor atomice ale atomilor
   B. suma maselor protonilor și electronilor
   C. același număr ca și numărul de masă
   D. suma maselor legăturilor pe care le formează

6. Când electronii unui atom sunt cedați altui atom se formează o legătură
   A. covalentă
   B. moleculară
   C. de hidrogen
   D. ionică

7. Atomii de carbon intră în numeroase legături cu alți atomi deoarece atomul de carbon
   A. nu are decât un singur electron lipsă în stratul extern
   B. are patru electroni în stratul extern
   C. se degradează cu ușurință când formează un acid
   D. formează cu ușurință legături ionice

8. Când o bază este pusă în apă
   A. atrage atomii de oxigen din moleculele de apă
   B. eliberează numeroși atomi de hidrogen
   C. atrage atomii de hidrogen din moleculele de apă și lasă în urmă o acumulare de ioni hidroxil
   D. reacționează numai cu acizii slabi

9. Compușii organici alcătuiți exclusiv din carbon, hidrogen și oxigen sunt
   A. proteinele și grăsimile
   B. proteinele și acizii nucleici
   C. acizii nucleici și grăsimile
   D. glucidele și grăsimile

10. Următoarele sunt monozaharide, *cu excepția*
   A. fructozei
   B. zaharozei
   C. galactozei
   D. glucozei

11. Glicogenul și amidonul se aseamănă deoarece
   A. ambele sunt alcătuite din unități glucidice
   B. ambele sunt folosite ca materiale structurale în celulă
   C. ambele sunt monozaharide
   D. ambele conțin azot

12. Polizaharidul folosit ca fibre alimentare în corpul uman este
   A. glicogenul
   B. lactoza
   C. celuloza
   D. glucoza

13. Amidonul este compus din mii de unități de
   A. lactoză
   B. glicogen
   C. fructoză
   D. glucoză

14. Glicogenul se găsește în cantitate mare în
   A. măduva spinării
   B. creier
   C. ficat
   D. splină

15. Cele două componente majore ale grăsimilor sunt
   A. glucoza și aminoacizii
   B. glicerolul și acizii grași
   C. azotul și sulful
   D. aminoacizii și acizii organici

16. Grăsimile sunt stocate sub formă de picături clare în celulele țesutului
   A. conjunctiv
   B. nervos
   C. epitelial
   D. adipos

17. Legătura dintre aminoacizi în structura unei proteine se numeşte
    A. legătură ionică
    B. legătură peptidică
    C. legătură de hidrogen
    D. legătură amino

18. Următoarele afirmaţii caracterizează proteinele, *cu excepţia*
    A. sunt folosite ca enzime
    B. sunt alcătuite din aminoacizi legaţi împreună
    C. se găsesc în tendoane, ligamente şi cartilaj
    D. sunt compuse exclusiv din carbon, azot şi oxigen

19. Informaţia care dictează secvenţa de aminoacizi în proteine se află în
    A. lizozomii celulei
    B. reticulul endoplasmatic
    C. membranele celulare şi proteinele lor
    D. nucleul celulei

20. Următoarele substanţe sunt aminoacizi, *cu excepţia*
    A. valinei
    B. acidului glutamic
    C. tirozinei
    D. guaninei

21. ARN-ul diferă de ADN, deoarece ARN-ul conţine
    A. adenină, dar nu citozină
    B. citozină, dar nu adenină
    C. adenină, dar nu uracil
    D. uracil, dar nu timină

22. Partea glucidică a unei molecule de ADN este alcătuită din
    A. riboză
    B. galactoză
    C. dezoxiriboză
    D. celuloză

23. ARN-ul poate fi găsit
    A. în nucleul şi citoplasma celulei
    B. doar în nucleul celular
    C. doar în reticulul citoplasmatic
    D. în lizozomi

24. În timpul procesului de replicare a ADN-ului
    A. se reunesc două catene vechi
    B. două catene noi de ADN formează un dublu helix
    C. o catenă nouă şi una veche se unesc pentru a forma un nou dublu helix
    D. vechile catene se dizolvă şi rămân doar noile catene

25. Elementul esențial al ADN-ului care determină ordinea aminoacizilor în proteine este
    A. poziția moleculelor de fosfat
    B. existența moleculelor de riboză
    C. secvența bazelor azotate
    D. modul în care moleculele de dezoxiriboză se leagă de grupările fosfat

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația dacă este adevărată. Dacă este falsă, schimbați cuvântul* <u>*subliniat*</u> *pentru a o face corectă.*

1. Clorura de sodiu este un exemplu de <u>atom</u>.
2. Atomii reacționează unul cu celălalt pentru a-și completa stratul extern cu <u>protoni</u>.
3. Când atomii primesc sau pierd un electron, primesc o sarcină și devin <u>izotopi.</u>
4. Masa moleculară a unui compus se exprimă în unități numite <u>angstromi</u>.
5. Când se împarte o singură pereche de electroni într-o legătură covalentă, legătura este <u>simplă.</u>
6. Un acid este un compus chimic care eliberează <u>hidroxil</u> când este pus în apă.
7. Majoritatea compușilor chimici care intră în structura organismelor vii sunt cunoscuți ca și compuși <u>organici</u>.
8. Cel mai important monozaharid în fiziologia umană este <u>zaharoza</u>.
9. Moleculele cu aceeași formulă moleculară, dar aranjament diferit al atomilor se numesc <u>izotopi</u>.
10. Polizaharidul amidon este alcătuit din mii de molecule de <u>fructoză</u>.
11. Câteva specii de <u>animale</u> pot desface legăturile covalente din moleculele de celuloză.
12. Principalul glucid din lapte este dizaharidul <u>galactoză</u>.
13. Grăsimile, cerurile, fosfolipidele și steroizii alcătuiesc grupul de compuși organici numiți <u>lipide</u>.
14. O moleculă de acid gras conține o grupare organică <u>bazică</u> și mai mulți atomi de carbon cu atomii de hidrogen asociați.
15. Procesul prin care se elimină apa în urma unirii a două molecule, se numește <u>deshidratare</u>.
16. Grăsimile saturate au mai mulți atomi de <u>hidrogen</u> decât grăsimile nesaturate.
17. Câteva exemple de <u>acizi grași</u> sunt alanina, triptofanul și histidina.
18. O proteină mică se numește în general <u>glicozid</u>.

19. Proteinele formează catalizatori biologici numiți enzime.
20. Hormonii umani, alcătuiți din proteine, sunt hormonul de creștere și adrenalina.
21. Toți acizii nucleici conțin o moleculă glucidică, gruparea amino și câteva baze azotate.
22. În ADN, baza azotată complementară citozinei este adenina.
23. Bazele citozină, timină și uracil sunt molecule purinice.
24. Replicarea ADN-ului în celulele umane se realizează printr-un proces conservativ.
25. Sursa energetică a organismului este ADN-ul.

SECȚIUNEA D - Studiu de caz

Maria a mâncat o farfurie cu orez cu o oră înainte să își măsoare glicemia. La măsurare, valoarea glicemiei a fost ridicată. Cum poate consumul unei mese constând în amidon să-i provoace Mariei creșterea glicemiei după ce amidonul a fost digerat și absorbit?

RĂSPUNSURI

SECŢIUNEA A – Completare

1. compuşi organici
2. elemente chimice
3. sodiu
4. protoni
5. număr atomic
6. opt electroni
7. reacţie de reducere
8. sarcină electrică
9. moleculă
10. carbon
11. masă moleculară
12. ionică
13. legături covalente
14. patru
15. clorura de sodiu
16. ioni de hidrogen
17. baze
18. energetic
19. hidrogen
20. monozaharid
21. dizaharide
22. polizaharide
23. glucoza
24. lapte
25. fibre alimentare
26. lipide
27. glicerol
28. nesaturaţi
29. ţesut adipos
30. apă
31. atomi de hidrogen
32. lipază
33. azot
34. 20
35. peptidică
36. enzime
37. –COOH
38. deshidratare
39. cartilajul
40. insulina
41. ficat
42. nucleotide
43. acidul dezoxiribonucleic (ADN)
44. ribonucleic (ARN)
45. purine
46. guanina şi citozina
47. scară
48. 46
49. replicare semiconservativă
50. dezoxiriboză

SECŢIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere

1. D	6. D	11. A	16. D	21. D
2. B	7. B	12. C	17. B	22. C
3. A	8. C	13. D	18. D	23. A
4. C	9. D	14. C	19. D	24. C
5. A	10. B	15. B	20. D	25. C

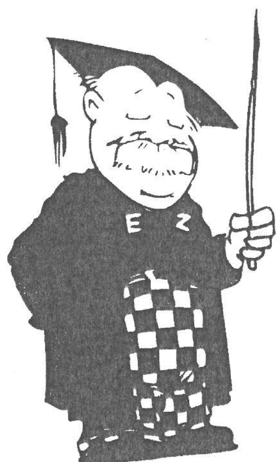
SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals

1. compus sau moleculă
2. electroni
3. ioni
4. daltoni
5. A
6. ioni de hidrogen
7. A
8. glucoza
9. izomeri
10. glucoză
11. microorganisme
12. lactoză
13. A
14. acid
15. A
16. A
17. aminoacizi
18. peptid
19. A
20. insulina
21. fosfat
22. guanina
23. pirimidinice
24. semiconservativ
25. ATP-ul

SECȚIUNEA D - Studiu de caz

Glicemia Mariei a crescut deoarece amidonul este compus din unități monozaharidice de glucoză, eliberate în timpul digestiei și absorbite.

3



Celulele şi fiziologia celulară

CE VEŢI ÎNVĂŢA

Acest capitol tratează celula şi fiziologia acesteia. Parcurgând acest capitol, veţi învăţa să:

- identificaţi organitele celulare, componentele citoscheletului şi prelungirile celulare;
- caracterizaţi membrana plasmatică;
- deosebiţi tipurile de mişcări moleculare prin membranele plasmatice;
- faceţi diferenţa între efectele pe care soluţiile izotonice, hipotonice şi hipertonice le au asupra celulei;
- identificaţi caracteristicile enzimelor şi ale reacţiilor enzimatice;
- identificaţi rolurile ATP-ului;
- identificaţi fazele ciclului celular şi ale mitozei;
- deosebiţi tipurile de ARN;
- caracterizaţi sinteza proteică – transcripţia şi translaţia;
- rezumaţi reglarea sintezei proteice;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Similar tuturor organismelor vii, corpul uman este alcătuit din celule. Acest concept, cunoscut drept **teoria celulară**, este un principiu de bază al biologiei. Se poate spune, astfel, că biologia corpului uman gravitează în jurul biologiei celulare (Figura 3.4).

Celulele reprezintă un criteriu important de clasificare a organismelor vii în două grupuri majore: **procariote** și **eucariote**. Celulele procariote sunt lipsite de nucleu, spre deosebire de cele eucariote, care au nucleu. În plus, celulele procariote nu au componente celulare interne numite organite, spre deosebire de celulele eucariote care au organite. Celulele procariote nu se divid prin procesul de mitoză, însă celulele eucariote da. Procariotele includ bacteriile, iar dintre eucariote fac parte plantele, animalele și oamenii.

STRUCTURA CELULEI

Toate celulele, inclusiv cele umane, au două componente de bază: citoplasma și membrana plasmatică (numită și membrană celulară). Citoplasma este o substanță cu consistența unui gel, fundamentală pentru celulă. Ea conține cel mai mare component celular, nucleul. Membrana plasmatică este membrana exterioară, ce separă celula de mediul extern.

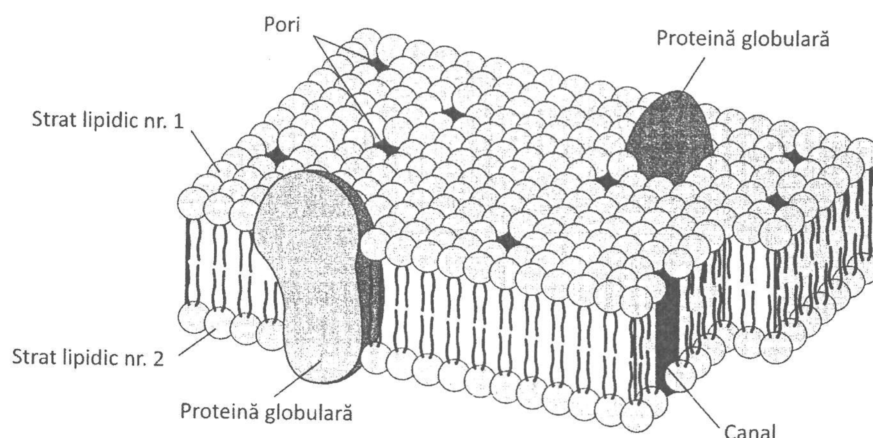


FIGURA 3.1 Modelul mozaicului fluid al membranei plasmatice care delimitează celula. Membrana este alcătuită din două straturi fosfolipidice în care plutesc proteine globulare.

MEMBRANA PLASMATICĂ

Membrana plasmatică (cunoscută și sub denumirea de **membrană celulară**) delimitează celulele. Este alcătuită în principal din proteine și lipide, mai ales **fosfolipide**. Lipidele apar în două straturi (structură bistratificată). Proteinele globulare încorporate în această structură par să plutească printre lipide. Putem spune astfel despre membrană că are o **structură de mozaic fluid** (Figura 3.1). Proteinele din structura membranei îndeplinesc numeroase funcții.

ALCĂTUIRE

Fosfolipidele din membrana plasmatică au un capăt polarizat ce conține fosfor și unul nepolarizat alcătuit din lanțuri de acizi grași. Capătul polarizat este atras de apă și deci, este **hidrofil** („îi place apa"), în timp ce capătul nepolarizat interacționează cu alte substanțe, de asemenea nepolarizate, respingând moleculele de apă. Acest al doilea capăt este, astfel, **hidrofob** („se teme de apă").

Datorită acestor proprietăți ale fosfolipidelor, membrana plasmatică are o structură de „sandwich", în care capetele polarizate intră în contact cu apa din exteriorul și interiorul celulei, iar capetele nepolarizate se află față în față în porțiunea internă a membranei. Această proprietate a fosfolipidelor îi permite membranei plasmatice să-și mărească suprafața atunci când veziculele aparatului Golgi fuzionează cu ea. Unele dintre moleculele stratului lipidic situat spre exterior au atașate molecule glucidice; acestea se numesc **glicolipide**. Membrana plasmatică mai conține și cantități mari dintr-un lipid numit **colesterol**. Colesterolul stabilizează lipidele din membrană, reducându-i acesteia fluiditatea.

Proteinele din membrana plasmatică sunt atât transmembranare, cât și periferice. **Proteinele transmembranare** ocupă întreaga grosime a membranei, proemină pe ambele fețe ale acesteia și servesc drept canale pentru transportul membranar. Ele pot servi, de asemenea, și ca transportori ai moleculelor organice. Moleculele glucidice se asociază de obicei cu proteinele situate înspre mediul extern al celulei; acestea se numesc glicoproteine. Glicolipidele și glicoproteinele din exteriorul celulelor le permit acestora să se recunoască una pe cealaltă, servind ca și receptori pentru moleculele semnalizatoare, precum hormonii. **Proteinele periferice** se atașează suprafeței membranare. Multe dintre acestea acționează ca și enzime, iar altele au rol în remodelarea celulară în timpul diviziunii și contracțiilor celulare.

MIȘCĂRILE MOLECULARE

Membrana plasmatică este semipermeabilă, deoarece moleculele mici (O_2, CO_2 și apa) și lipidele pot aluneca printre moleculele fosfolipidice, în timp ce moleculele mari nu pot trece cu ușurință înspre sau dinspre celulă. Pentru ca citoplasma să comunice cu mediul extern, substanțele trebuie să treacă prin membrana plasmatică. Sunt câteva modalități prin care aceste treceri se pot realiza.

Una din aceste modalități se numește **difuziune** (Tabelul 3.1). Difuziunea reprezintă mișcarea moleculelor dintr-o zonă cu o concentrație mare într-una cu concentrație mică, diferență numită **gradient de concentrație**. Această mișcare apare deoarece moleculele se află într-o continuă coliziune una cu cealaltă și tind să se deplaseze din zonele unde sunt foarte concentrate, înspre cele în care concentrația lor e mai scăzută (conform gradientului de concentrație). În țesutul pulmonar uman, moleculele de oxigen trec prin difuziune din alveolele pulmonare în globulele roșii.

Un tip de difuziune este **osmoza**. Osmoza reprezintă difuziunea moleculelor de apă printr-o membrană semipermeabilă dintr-o regiune cu o concentrație mică a substanței dizolvate (solvit) într-una cu o concentrație mare. **Membrana semipermeabilă** permite doar trecerea anumitor molecule (cum ar fi moleculele de apă). Un **solvit** este o substanță chimică dizolvată în lichid (solventul). Un exemplu de solvit este clorura de sodiu.

TABELUL 3.1 CELE ȘASE MECANISME ALE MIȘCĂRII MOLECULARE PRIN MEMBRANA CELULARĂ

Mecanismul	Caracteristici	Exemplu
Difuziune	Trecerea moleculelor din zone cu concentrație mare în zone cu concentrație mică	**Difuziunea** oxigenului din plămâni în capilare
Osmoză	Difuziunea apei	Reabsorbția apei la nivelul tubilor renali
Difuziune facilitată	Difuziune cu ajutorul unei proteine transportoare	**Difuziunea** glucozei în hematii
Transport activ	Trecerea moleculelor din zone cu concentrație mică în zone cu concentrație mare cu ajutorul unei proteine transportoare și a energiei furnizate de ATP	Reabsorbția sărurilor la nivelul tubilor renali
Endocitoză	Membrana înglobează substanțe și le atrage în celulă prin vezicule delimitate de membrană	Ingestia bacteriilor de către leucocite
Exocitoză	O veziculă citoplasmatică delimitată de membrană fuzionează cu membrana celulară și își eliberează conținutul în afara celulei	Eliberarea neurotransmițătorilor de către celulele nervoase

Pentru a înțelege osmoza, imaginați-vă ce se întâmplă când celulele umane sunt introduse într-o soluție cu concentrație de 5% sare. Concentrația normală a sării în citoplasmă este de aproximativ 1%, deci concentrația mai mare a solvitului (sare) se află în afara celulei. Așadar, apa se deplasează din citoplasmă, prin membrana celulară, în direcția concentrației mai mari de sare. Rezultatul este micșorarea („zbârcirea") celulei. (Figura 3.2a). Deoarece soluția are concentrația de solvit (sare) mai mare, ea se numește **soluție hipertonă**.

Imaginați-vă ce se întâmplă când celulele umane sunt introduse într-o soluție cu o concentrație de doar 0,3% sare. Concentrația sării în citoplasmă este tot de aproximativ 1%, astfel încât concentrația mai mare a solvitului (sare) se află în interiorul celulei. Așadar, apa se deplasează înspre citoplasmă prin membrana celulară, în direcția concentrației mai mari de sare. Osmoza face ca celulele să se umfle sau să se lizeze (să explodeze) (Figura 3.2b). Întrucât soluția de la exterior are concentrația mai scăzută de sare, ea se numește soluție **hipotonă**.

Dacă concentrațiile de sare ar fi la fel în interiorul și în exteriorul celulei (aproximativ 1%), soluția ar fi **izotonă**. Osmoza nu se produce când celulele sunt plasate în soluție izotonă, deoarece concentrația solvitului este aceeași de ambele părți ale membranei (Figura 3.2c).

DE REȚINUT
Celulele plasate în soluții hipertone se zbârcesc; celulele plasate în soluții hipotone se umflă și se lizează.

O altă modalitate de mișcare moleculară prin membrana celulară este **difuziunea facilitată**. Acest tip de difuziune este asistat de proteinele prezente în membrană. Acestea lasă să treacă doar anumite molecule prin membrană și permit mișcarea dintr-o zonă cu concentrație mare de

molecule într-una cu concentraţie mică. Numărul proteinelor transportoare determină viteza cu care are loc difuziunea facilitată.

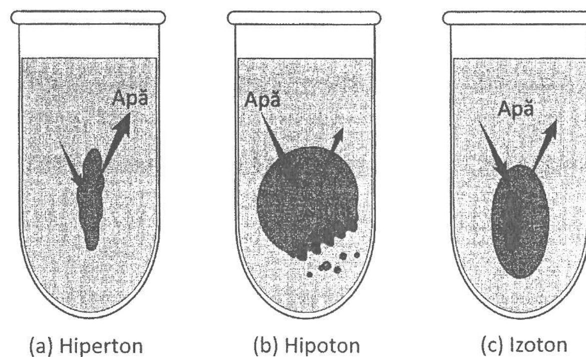


FIGURA 3.2 Procesul de osmoză în trei medii diferite. (a) Într-un mediu hiperton, concentraţia mai mare de solvit (sare) se află în afara celulei, iar apa iese din celulă producând zbârcirea acesteia. (b) Într-un mediu hipoton, concentraţia mai mare de solvit se află în interiorul celulei, apa pătrunde în celulă, producând umflarea şi liza acesteia. (c) Într-o soluţie izotonă, concentraţia solvitului este aceeaşi în ambele părţi ale membranei plasmatice, aşadar nu se produc mişcări ale moleculelor de apă.

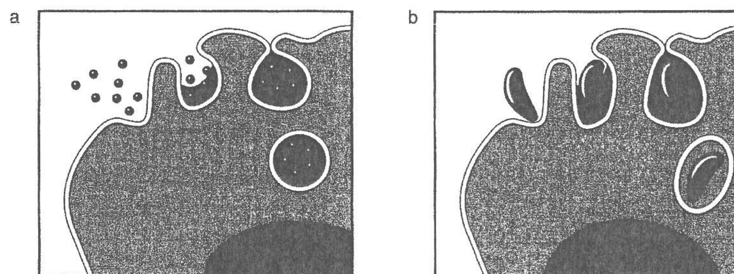


FIGURA 3.3 Comparaţie între pinocitoză şi fagocitoză. (a) În pinocitoză celula preia în interiorul ei substanţe chimice dizolvate în apă. (b) Fagocitoza implică preluarea de particule solide.

O modalitate suplimentară de transport a substanţelor prin membrană este **transportul activ**. În cadrul acestui mecanism, proteinele transportă compuşii chimici prin membrană, dintr-o regiune cu concentraţie mică într-una cu concentraţie mare. Această mişcare se realizează „împotriva gradientului de concentraţie" şi necesită energie furnizată de adenozin trifosfat (ATP). De exemplu, transportul activ are loc în celulele nervoase unde ionii de sodiu sunt transportaţi în afara celulei, regiune care deja conţine o concentraţie mare de ioni de sodiu. Similar difuziunii facilitate, rata transportului activ este limitată de numărul proteinelor transportoare.

O ultimă modalitate de transport prin membrana plasmatică este **endocitoza**. În timpul endocitozei, o mică porţiune din membrana plasmatică se pliază şi înglobează particule sau mici volume de lichid de la suprafaţa celulară. Membrana se închide, delimitând o **veziculă** ce se va desprinde şi va migra în citoplasmă. Când endocitoza implică material solid, procesul se numeşte **fagocitoză** (Figura 3.3b), iar când implică picături de lichid, se numeşte **pinocitoză** (Figura 3.3a). Globulele albe, de exemplu, realizează endocitoză atunci când îndepărtează microbii din circulaţia sanguină.

Opusă endocitozei este **exocitoza**. În timpul exocitozei, substanțele se deplasează din interiorul unei celule spre mediul extern celular. Procesul este utilizat pentru secreția hormonilor de către celulele endocrine, pentru eliberarea neurotransmițătorilor la nivelul terminațiilor celulelor nervoase și pentru secreția de mucus de către celule în diferite organe. În timpul exocitozei, vezicule cu membrană migrează înspre membrana celulară, cu care fuzionează. Regiunea fuzionată se rupe, împrăștiind astfel conținutul veziculei în mediul extern. Exocitoza este o modalitate importantă de mișcare a moleculelor în celulele secretoare.

NUCLEUL

Cu excepția globulelor roșii, toate celulele umane au **nucleu**. Nucleul este compus în principal din histone (un tip de proteine) și **acid dezoxiribonucleic**, sau **ADN**. ADN-ul este organizat în unități liniare numite **cromozomi**. Segmentele funcționale ale cromozomilor sunt numite **gene**. Există circa 30.000 de gene în nucleii celulelor umane. **Histonele** oferă un cadru de sprijin pentru ADN. Ele se unesc cu ADN-ul pentru a forma structuri cu dimensiuni electronomicroscopice numite **nucleozomi**. Nucleozomii se înfășoară între ei și formează cromozomul.

DE REȚINUT
Nucleul conține cromozomi alcătuiți din ADN și histone.

Nucleul celulelor umane este înconjurat de o membrană numită **înveliș nuclear**. Învelișul nuclear este o structură membranară dublă, alcătuită din două straturi duble de fosfolipide (lipide ce conțin fosfor), dublu față de membrana plasmatică, care conține un singur strat dublu de fosfolipide. Porii din membrana nucleară permit mediului intern al nucleului să comunice cu citoplasma celulei.

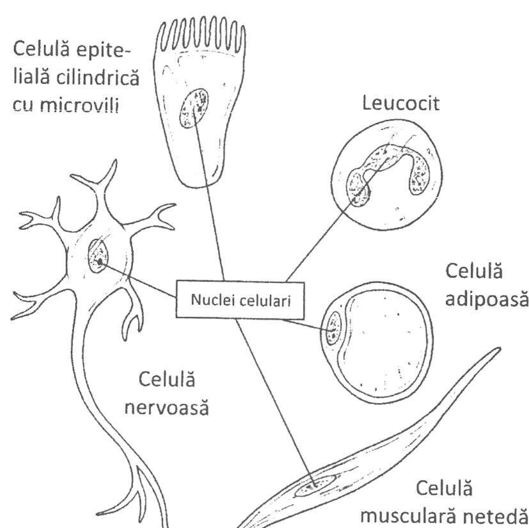


FIGURA 3.4 Diverse tipuri de celule din organismul uman. De reținut că toate celulele au un nucleu, variabil ca poziție, formă și mărime.

În nucleu sunt două sau mai multe mase dense numite **nucleoli**. Nucleolii conțin **acid ribonucleic** sau **ARN**. Acest acid nucleic intervine în producerea subunităților unor par-

ticule submicroscopice numite **ribozomi**. Subunitățile produse sunt mai apoi asamblate în citoplasmă, rezultând ribozomii.

CITOPLASMA ȘI ORGANITELE

Citoplasma este o substanță semilichidă, fundamentală pentru celulă. În citoplasmă au loc unele procese metabolice și sinteze proteice. Ea conține mai multe componente microscopice specializate numite **organite** („mici organe"), în care se desfășoară diverse funcții celulare.

Reticulul endoplasmatic este un organit alcătuit dintr-un ansamblu de membrane ce se extind intracitoplasmatic (Figura 3.5). În unele locuri, reticulul endoplasmatic prezintă atașate structuri submicroscopice numite ribozomi. Când sunt prezenți ribozomii, reticulul endoplasmatic se numește **reticulul endoplasmatic rugos**. Când ribozomii lipsesc de pe suprafața reticulului endoplasmatic, el se numește **neted**. Reticulul endoplasmatic rugos este sediul sintezei proteinelor, iar ribozomii sunt corpusculii în care aminoacizii sunt combinați chimic pentru a forma proteine. În reticulul endoplasmatic neted are loc sinteza lipidelor și a membranei, precum și depozitarea calciului.

Un alt organit este **corpul Golgi** (aparatul Golgi), alcătuit din mai mulți saci turtiți, de obicei curbați la capete. Sacii se unesc între ei parțial și formează vezicule asemănătoare unor picături. În aparatul Golgi, proteinele și lipidele celulare sunt procesate și împachetate în vezicule înainte de a fi transportate spre destinația lor finală.

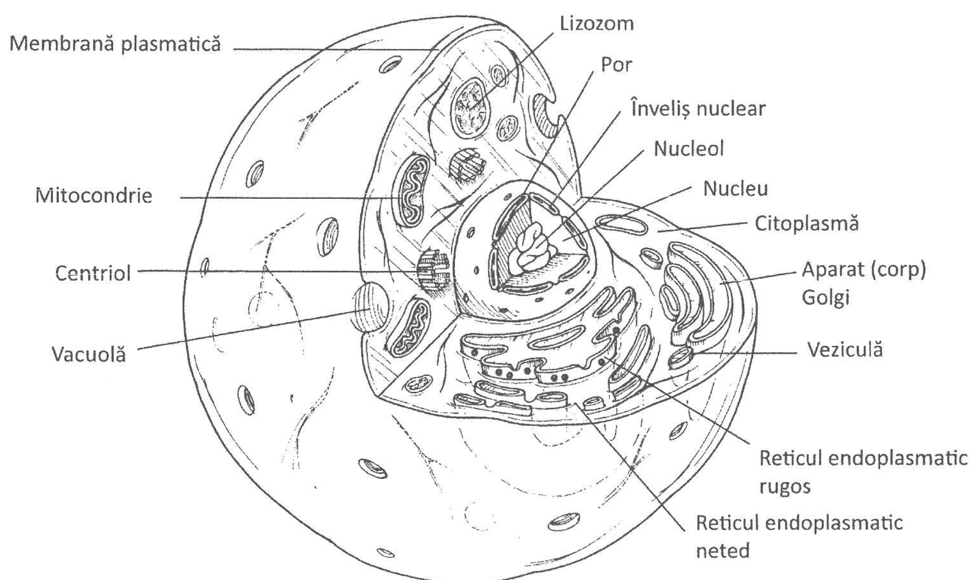


FIGURA 3.5 Reprezentarea celulei umane tipice cu diverse organite. Pentru evidențierea detaliilor, unele dintre organitele foarte mici sunt reprezentate la o scală mai mare.

Un alt organit este **lizozomul**, derivat din sacii aparatului Golgi. Lizozomul este o veziculă cu enzime folosite în procesele de digestie ale celulei. Enzimele sale degradează particulele nutritive pătrunse în celulă și pun la dispoziția celulei produșii finali.

Organitul în care este eliberată cea mai mare parte a energiei provenind din alimente este **mitocondria**. Aici se degradează molecule de glucide, lipide, proteine, iar energia este folosită pentru a forma molecule de ATP (adenozin trifosfat), care servesc nevoilor energetice ale celulei. Aceasta este o etapă importantă în **respirația celulară** (capitolul 19). Deoarece sunt implicate în procesele energetice, mitocondriile mai sunt numite „generatoarele celulei". În interiorul mitocondriei, respirația celulară este completă când oxigenul se combină cu hidrogen și electroni ca să formeze apă. Mitocondriile folosesc oxigenul provenit din aerul inspirat. Acesta este exact motivul pentru care trebuie să respirăm oxigen: fără oxigen, mitocondria produce insuficient ATP. Fără ATP în cantitate adecvată, celulele mor. Când prea multe celule mor din cauza lipsei oxigenului și a ATP-ului, organismul nu supraviețuiește.

O altă structură celulară este **citoscheletul**, o rețea interconectată de fibre, filamente și molecule îmbinate, care servește drept structură de suport a celulei. Componentele principale ale citoscheletului sunt: microtubulii, microfilamentele și filamentele intermediare. Toate componentele citoscheletului sunt alcătuite din subunități proteice.

Unele celule umane au o extensie numită flagel, iar alte celule au cili. **Flagelul** este lung, asemănător unui fir de păr, asigurând mișcarea unor celule, precum spermatozoizii. **Cilii** sunt mai scurți și mult mai numeroși decât flagelii. În celulele umane care căptușesc căile aeriene superioare și tractul respirator, cilii se ondulează în mod sincron, deplasând stratul de mucus cu particulele străine prinse în el.

CELULELE ȘI ENERGIA

Viața poate exista doar dacă moleculele și celulele rămân organizate, iar această organizare necesită energie. Fizicienii definesc **energia** ca fiind capacitatea de a efectua o activitate; în acest caz, activitatea reprezintă continuitatea vieții celulare și umane.

Practic, fiecare reacție chimică a organismului implică schimb de energie și, de obicei, când are loc o reacție se înregistrează o pierdere de energie măsurabilă. Acest principiu derivă dintr-o lege a termodinamicii care spune că energia într-un sistem închis, ca de exemplu o celulă, descrește continuu. Pentru a compensa această scădere, celulelor corpului uman trebuie să le fie furnizată energie din hrană.

Energia este necesară majorității reacțiilor chimice, deoarece compușii chimici nu se combină între ei automat și nici nu se degradează spontan. Pentru a începe o reacție chimică, este nevoie de un aport de energie numit **energie de activare**. De exemplu, hidrogenul și oxigenul se pot combina în mitocondrie pentru a forma apă, însă acestei reacții chimice trebuie să-i fie furnizată energie de activare.

TABELUL 3.2 STRUCTURA ȘI FUNCȚIA ORGANITELOR ȘI A ALTOR STRUCTURI CELULARE

Organit	Structura	Funcții
Reticul endoplasmatic	Rețea de membrane interconectate alcătuită din saci și canale	Sinteză proteică, sinteza membranelor
Ribozomi	Particule compuse din proteine și ARN	Corpusculi în care se sintetizează proteine
Aparat Golgi	Grup de saci membranoși turtiți	Împachetarea moleculelor proteice pentru secreție și transport către alte organite
Mitocondrie	Sac membranos cu partiție interioară	Eliberarea energiei din moleculele de alimente și sinteza ATP
Lizozomi	Saci membranoși	Conțin enzime pentru digestia intracelulară
Centrozomi	Structură nonmembranoasă compusă din doi centrioli în formă de tijă	Facilitarea distribuției cromozomilor către celulele fiice în timpul reproducerii celulare și inițierea formării cililor
Cili și flageli	Formațiuni asemănătoare firelor de păr atașate corpusculilor bazali de sub membrana celulară	Propulsia fluidelor pe suprafețe celulare; permite mișcarea anumitor celule
Vezicule	Saci membranoși	Conțin diverse substanțe transportate în celulă
Microfilamente, microfilamente intermediare și microtubuli	Tije fine și tubuli	Suport pentru citoplasmă, deplasarea particulelor în citoplasmă; alcătuiesc citoscheletul
Înveliș nuclear	Membrană poroasă dublă ce separă conținutul nuclear de citoplasmă	Menține forma nucleului și controlează pasajul substanțelor între nucleu și citoplasmă
Nucleol	Corpuscul dens, fără membrană, alcătuit din proteine și ARN	Conține materiale necesare pentru formarea ribozomilor
Cromatină	Fibre compuse din proteine și molecule ADN	Conține informația genetică pentru sinteza proteică
Membrană celulară	Membrană compusă în principal din molecule proteice și lipidice	Menține forma celulei și controlează pasajul substanțelor în și din celulă

Orice reacție chimică în care se eliberează energie se numește **reacție exergonică**. Într-o reacție chimică exergonică, produșii de reacție conțin mai puțină energie decât reactanții. În celelalte reacții chimice, numite **reacții endergonice**, energia se obține din alte surse și se depozitează în diverse forme.

ENZIMELE

Energia de activare necesară pentru a iniția o reacție exergonică sau endergonică poate fi termică sau chimică. Reacțiile chimice care necesită energie de activare pot fi produse prin catalizatori biologici numiți **enzime**. Enzimele sunt proteine care accelerează reacțiile chimice, ele însele rămânând neschimbate. În concluzie, ele scad cantitatea de energie de activare necesară pentru o reacție chimică.

Fiecare enzimă catalizează doar o reacție; într-o celulă există mii de enzime diferite ce catalizează mii de reacții chimice diferite. Substanța asupra căreia acționează o moleculă enzimatică se numește **substrat**. Produșii unei reacții catalizate de o enzimă se numesc **produși finali**. O porțiune cheie a unei enzime, numită **zonă activă**, interacționează cu substratul pentru a forma produși finali (Figura 3.6). Cu câteva excepții, denumirea enzimelor se termină în „-ază". De exemplu, catalaza este enzima care degradează apa oxigenată (peroxidul de hidrogen) în apă și oxigen. Exemple de alte enzime: amilază, hidrolază, peptidază și kinază.

De obicei reacțiile enzimatice se desfășoară în câteva milisecunde. Viteza unei reacții catalizate enzimatic depinde de un număr de factori, printre care concentrația substratului, aciditatea și temperatura mediului. La temperaturi ridicate, reacțiile enzimatice au loc mult mai rapid, însă excesul de căldură poate provoca modificarea structurii proteice și **denaturarea** enzimei (pierderea structurii fizice).

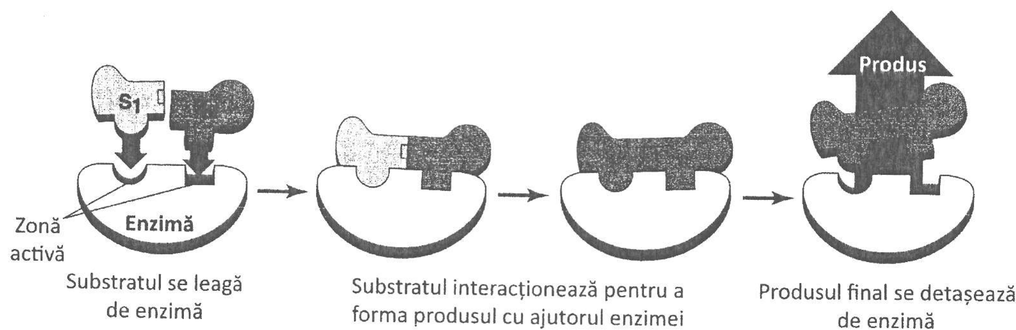


FIGURA 3.6 Activitatea enzimatică. O enzimă are o zonă activă specifică unde se leagă o pereche de molecule de substrat. Acest compus se detașează și enzima este liberă să participe la o altă reacție chimică.

Enzimele conlucrează în cadrul căilor metabolice. O **cale metabolică** este o secvență de reacții chimice ce are loc într-o celulă. Anumite căi metabolice utilizează **catabolismul**, adică degradarea sau digestia moleculelor mari, complexe. Alte căi metabolice implică **anabolismul**, care reprezintă sinteza de molecule mari. Căile metabolice sunt descrise în detaliu în capitolul 19.

DE REȚINUT
Catabolismul este degradarea moleculelor mari, anabolismul este sinteza moleculelor mari.

ADENOZIN TRIFOSFATUL

Adenozin trifosfatul (ATP) este o substanță chimică ce servește drept sursă de energie imediată pentru toate celulele organismului. Energia produsă în timpul reacțiilor exergonice ale catabolismului este stocată în moleculele de ATP (capitolul 19).

O moleculă de ATP are 3 părți: un inel dublu de atomi de carbon și azot numit **adenină**, un glucid cu 5 atomi de carbon numit **riboză** și trei **unități fosfat**. Unitățile fosfat sunt unite printr-o legătură covalentă cu nivel energetic ridicat. Când o moleculă de ATP este folosită pentru a furniza energie, gruparea terminală fosfat este eliberată sub formă de ion de fosfat, degajând aproximativ 7,3 kilocalorii de energie per mol de ATP. Această energie este disponibilă pentru a asigura activitatea celulei.

MITOZA ȘI REPRODUCEREA CELULEI

Una dintre caracteristicile distincte ale celulei vii este capacitatea de a se reproduce. În unele părți ale corpului, precum tractul gastrointestinal, celulele se divid frecvent. În alte părți ale corpului, cum ar fi sistemul nervos, celulele se divid mai rar. Cu excepția a doar câtorva tipuri de celule mature (ca de exemplu globulele roșii), toate celulele corpului uman se divid.

Structura și conținutul nucleului sunt direct implicate în reproducerea celulară. Materialul nuclear constă din proteine și ADN, care este alcătuit din nucleotide legate unele de altele prin legături covalente (Capitolul 2). Pentru a forma un cromozom, ADN-ul este condensat și părți din el sunt înfășurate în jurul complexelor de histone pentru a obține unități numite **nucleozomi**. Fiecare cromozom este alcătuit din milioane de nucleozomi. Supraspiralizarea nucleozomilor determină compactarea suplimentară a ADN-ului, determinând formarea cromozomilor condensați. Când cromozomii se despiralizează și nu se mai pot distinge unul de altul, masa dispersată de ADN și proteinele lui asociate se numește **cromatină**.

CICLUL CELULAR

Ciclul celular este repetarea creșterii și reproducerii celulare (Figura 3.7). Ciclul este împărțit în două perioade principale: interfaza și mitoza. **Interfaza** este perioada în care se desfășoară toate activitățile specifice unei celule. **Mitoza** este perioada ciclului celular în care ADN-ul nuclear al celulei este împărțit în două celule fiice. Diviziunea efectivă a celulei se numește **citokineză**.

Interfaza ciclului celular include trei faze distincte: faza G_1, faza S și faza G_2. **Faza G_1** urmează după mitoză, fiind perioada în care celula sintetizează proteine structurale și enzime, și crește în dimensiuni. Cromozomii se găsesc sub formă de cromatină dispersată.

În **faza S** a ciclului celular continuă creșterea, ADN-ul din nucleu se replică, iar cromozomii dispersați încă nu sunt vizibili. În timpul acestui proces fiecare cromozom este copiat cu acuratețe, astfel că, până la sfârșitul fazei S rezultă câte două cromatide pentru fiecare cromatidă prezentă în faza G_1. În celulele umane există 46 cromozomi (fiecare cu câte o cromatidă per cromozom) în faza G_1, iar după faza S (vezi Tabelul 3.3) tot 46 de cromozomi (fiecare cu câte două cromatide per cromozom) atașați la centromer (Figura 3.8).

În **faza G_2** celula continuă să crească și să funcționeze, în timp ce se pregătește de mitoză. Proteinele se organizează pentru a forma o serie de filamente, numite **fus de diviziune**. Fusul de diviziune este asamblat (reconstruit) pentru fiecare mitoză, apoi dezasamblat la finalul procesului. Filamentele fusului sunt alcătuite din microtubuli. Materialul nuclear se află încă sub formă de cromatină, moment în care mitoza poate începe.

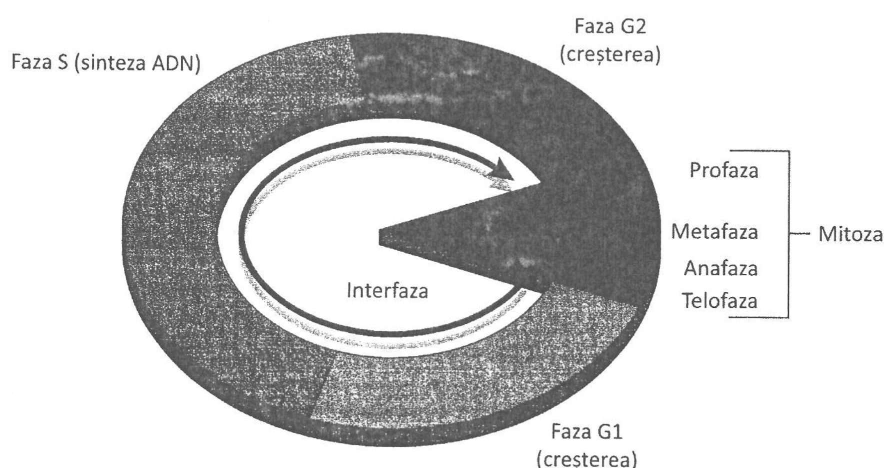


FIGURA 3.7 Ciclul celular. Sunt prezentate cele două perioade majore - interfaza și mitoza. Interfaza are 3 faze, mitoza are 4 faze.

TABELUL 3.3 CICLUL CELULAR

Faza	Activitate	
Interfaza	G_1 - activități normale ale celulei	
	S - sinteza ADN, a proteinelor și centriolilor	
	G_2 - proteinele în formă de microtubuli formează fusul de diviziune, cromatina începe să se condenseze	
Mitoza	**Profaza**	- Spiralele cromozomiale sunt duplicate, nucleul și nucleolul dispar, fusul este complet, cromozomii se deplasează spre centrul celulei
	Metafaza	- Centromerii se aliniază pe placa metafazică (ecuatorială)
	Anafaza	- Centromerii se despart, cromatidele se deplasează către cei doi poli
	Telofaza	- Cromozomii se despiralizează, se formează nucleul și nucleolul, fusul dispare, citokineza este completă
Citokineza	Se formează linia de clivaj prin contracția microfilamentelor; citoplasma celulară se divide prin clivaj	

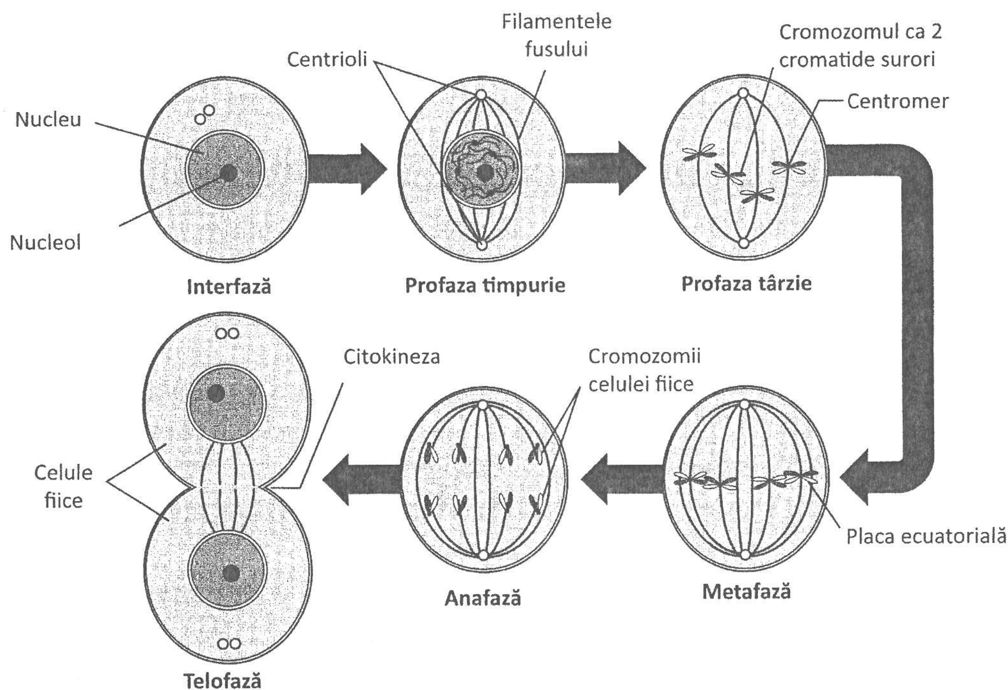


FIGURA 3.8 Procesul mitozei așa cum apare el în celulele umane. Sunt prezentate cele patru faze ale mitozei și sunt notate structurile cele mai imoprtante. Cromatidele apar în profază, apoi se aliniază la centru în metafază. Un set de 46 de cromozomi migrează spre fiecare celulă fiică nou formată în anafază, iar împărțirea celulei în telofază completează procesul.

MITOZA

Termenul **mitoză** derivă din latinescul „mito", care înseamnă „filament". În timpul mitozei, (1) materialul nuclear devine vizibil sub formă de 46 de cromozomi; (2) cromozomii se organizează în centrul celulei; (3) cromatidele se separă și cele 46 de cromatide, pe care le numim acum cromozomi, se deplasează spre fiecare celulă nouă.

Mitoza este un proces continuu, și cuprinde mai multe etape succesive. Pentru comoditate și pentru a descrie mai ușor fiecare parte a procesului, oamenii de știință au împărțit mitoza într-o serie de faze numite profază, metafază, anafază și telofază.

Profaza mitozei începe cu condensarea cromatinei și formarea de filamente vizibile. Există câte două copii ale fiecărui filament cromozomial; copiile se numesc **cromatide** surori. Cele două cromatide surori sunt unite într-o regiune numită **centromer**. În timp ce se desfășoară profaza, perechile de cromatide și filamentele fusului de diviziune devin vizibile, nucleolii dispar, iar învelișul nuclear se dezasamblează.

În celulele umane aflate în profază, două structuri microscopice, numite **centrioli**, migrează spre polii opuși ai celulei. Când centriolii ajung la poli, sunt înconjurați de microtubuli radiari numiți **aster**. Filamentele fusului de diviziune se extind spre polii opuși ai celulei. Cromatidele se atașează, prin intermediul centromerilor, de filamentele fusului de diviziune la nivelul unei structuri numite **kinetocor**. Kinetocorii conțin o proteină motorie care asigură deplasarea cromozomilor prin celulă. În cele din urmă, toate

perechile de cromatide ajung în centrul celulei, formând **placa ecuatorială**. Perechile de cromatide se aliniază în centrul celulei şi astfel se termină profaza.

În **metafază**, toate perechile de cromatide sunt aliniate în placa ecuatorială, cunoscută şi ca placă metafazică (Figura 3.8). Într-o celulă umană, la nivelul plăcii metafazice sunt aliniate 92 de cromatide în 46 de perechi de cromozomi. Fiecare pereche este conectată la nivelul kinetocorului, de care se ataşează filamentele fusului de diviziune. În acest moment, cele două cromatide se separă una de cealaltă, fiecare dintre ele fiind denumită cromozom.

La începutul **anafazei**, cromozomii se îndepărtează unul de celălalt, fiecare cromozom fiind ataşat unui filament al fusului de diviziune. Cromozomii sunt traşi spre polii opuşi ai celulei de către filamentele fusului de diviziune şi pe măsură ce migrează iau forma literei „V", deoarece fiind ataşaţi de filamentele fusului doar în regiunea de mijloc (centromer), capetele cromozomului (telomeri) rămân în urmă. Spre fiecare pol al celulei se deplasează câte 46 de cromozomi.

În **telofază**, cromozomii ajung la polii opuşi ai celulei. În cursul acestei faze, cromozomii se dispersează pentru a forma mase de cromatină. Fusul se dezasamblează, reapar nucleolii şi se reface învelişul nuclear.

CITOKINEZA

Citokineza este procesul prin care citoplasma se divide şi se formează două celule separate. În celulele umane, citokineza începe prin formarea unui şanţ la nivelul plăcii ecuatoriale. Membrana celulară strangulează citoplasma şi astfel se formează cele două celule fiice. Acest proces se mai numeşte şi **clivaj celular**. Microfilamentele se contractă în timpul clivajului celular şi participă la divizarea celulei în două celule fiice.

Mitoza şi citokineza permit organismului să crească prin formarea de noi celule. De asemenea, aceste procese înlocuiesc celulele îmbătrânite sau deteriorate. Deoarece creşterea şi reparaţia sunt procese complexe, controlul mitozei este esenţial, astfel încât aceasta să se producă doar când este nevoie. Dacă se pierde controlul asupra mitozei, de obicei din cauza unei mutaţii ADN, poate apărea cancerul. Cancerul constă în mitoze necontrolate şi răspândirea celulelor canceroase prin organism. De obicei, celulele canceroase îşi folosesc toate resursele pentru a se înmulţi prin mitoze şi, astfel, ele nu mai funcţionează normal.

SINTEZA PROTEICĂ

Proteinele sunt compuşi organici folosiţi ca enzime, precum şi ca materiale de structură în celulele corpului. Multe proteine sunt reţinute intracelular pentru a fi folosite ca material structural. Proteinele apar în structura microtubulilor şi a microfilamentelor, precum şi în alte părţi ale citoscheletului, şi se găsesc în membrana plasmatică şi în alte membrane intracelulare, ca de exemplu reticulul endoplasmatic. În plus, multe proteine specializate din organismul uman sunt exportate spre a fi utilizate în diverse activităţi extracelulare. De exemplu, anumite proteine alcătuiesc hormoni ca insulina, ligamentele şi tendoanele articulaţiilor, dar şi mare parte din păr, piele şi unghii.

Cea mai importantă componentă structurală a unei proteine este secvența în care sunt legați aminoacizii. Această secvență este determinată de codul genetic din ADN. **Codul genetic** constă în ordinea bazelor azotate din ADN (Capitolul 2). Pentru ca sinteza proteică să aibă loc, trebuie să fie prezente câteva materiale esențiale: o rezervă de 20 de aminoacizi ce compun majoritatea proteinelor, enzime, ADN și ARN (acid ribonucleic).

ARN-ul transportă instrucțiuni de la ADN-ul nuclear în citoplasmă, unde se sintetizează proteinele. ARN-ul este similar ADN-ului, cu două excepții: ARN-ul conține glucidul riboză în loc de dezoxiriboză, iar nucleotidele ARN conțin baza azotată uracil în loc de timină.

TIPURI DE ARN

Există patru tipuri de ARN, cu funcții diferite în sinteza proteică. Primul tip, numit **ARN-ul ribozomal (ARNr)**, este parte a ribozomilor. Ribozomii sunt particule citoplasmatice de ARN și proteine care leagă între ei aminoacizi pentru a forma proteine. În celulele umane, ribozomii se găsesc liberi în citoplasmă, dar și atașați membranelor reticulului endoplasmatic rugos.

Al doilea tip esențial de ARN este **ARN-ul de transfer (ARNt)**. Aceste molecule se găsesc libere în citoplasma celulelor și transportă aminoacizii la ribozomi în timpul sintezei proteice.

A treia formă este **ARN-ul mesager (ARNm)**. Acesta primește codul genetic al ADN-ului și îl transportă în citoplasmă. Informația genetică este astfel transferată din molecula de ADN pe cea de ARNm, iar ARNm folosește informația pentru a sintetiza o proteină.

Ultima formă este **ARN-ul de reglare**. ARN-ul de reglare controlează expresia genică și sinteza proteică prin metode care încă se află în stadiu de cercetare.

TRANSCRIPȚIA

O primă etapă a sintezei proteice este **transcripția**. În acest proces, o catenă de ARNm este sintetizată pe baza complementarității bazelor azotate din ADN. Procesul începe când enzima ARN-polimerază se leagă de una dintre moleculele ADN ale dublului helix (cealaltă catenă rămâne dormantă) la locul unde gena va fi exprimată și se deplasează de-a lungul catenei de ADN, citind nucleotidele una câte una. Enzimele selectează nucleotidele disponibile cu baze complementare și le dispun astfel încât să formeze o moleculă de ARNm conform principiului complementarității bazelor azotate (Figura 3.9). De exemplu, dacă în ADN există citozină, în ARN este inserată o moleculă de guanină și viceversa. Dacă în ADN este o moleculă de timină, în ARN va fi plasată o adenină, iar dacă în ADN este o adenină, atunci în ARN se va insera o moleculă de uracil. Lanțul de ARNm se extinde până când se primește un semnal de terminare a procesului.

DE REȚINUT
Transcripția reprezintă sinteza de ARNm, utilizând secvența de baze a ADN-ului conform principiului complementarității bazelor azotate.

Nucleotidele catenei de ARNm se citesc în grupe de câte trei, numite **codoni**. De exemplu un codon poate fi CGA (citozină-guanină-adenină) sau CUC sau AAA sau orice combinație a celor 4 nucleotide. Când sin-

teza ARNm este completă, molecula ARNm trece printr-un por al membranei nucleare și ajunge în citoplasmă, la ribozomi. Între timp, molecula de ADN se răsucește la loc pentru a forma din nou un dublu helix.

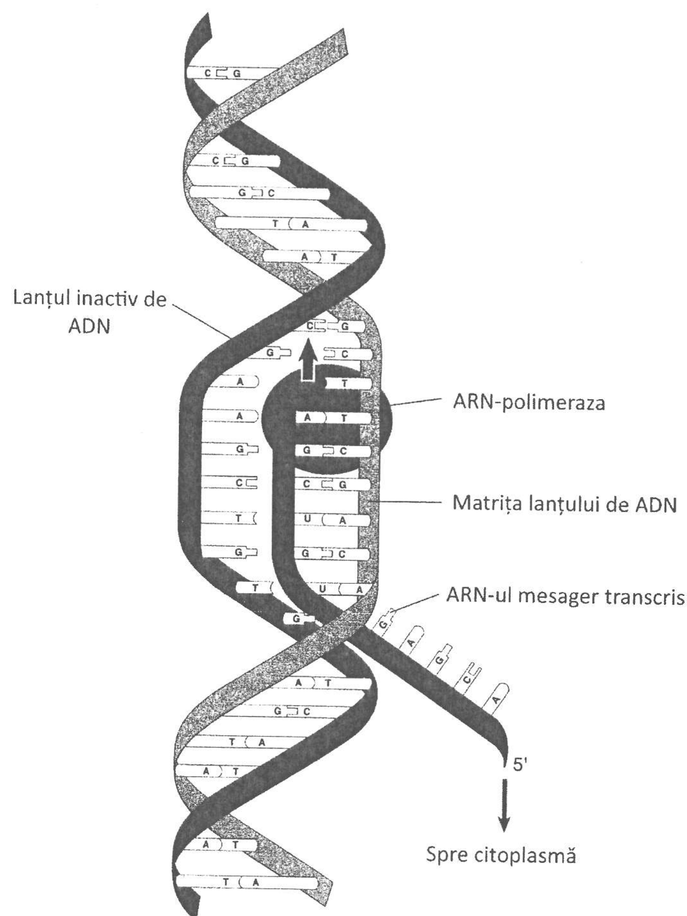


FIGURA 3.9 Transcripția în procesul sintezei proteice. O catenă de ARNm se formează conform secvenței de baze complementare dintr-o catenă de ADN. Prin această sinteză, se transcrie informația ADN-ului pe o moleculă ARN. Apoi, molecula ARNm transportă mesajul genetic în citoplasmă pentru sinteza proteică.

TRANSLAȚIA

Translația este un proces prin care codul genetic este „tradus" într-o secvență de aminoacizi din proteină. Procesul începe cu atașarea moleculei de ARNm la ribozom. Între timp, moleculele ARNt se atașează de aminoacizii specifici pe care îi transportă la ribozomi, pentru a întâlni ARNm (Figura 3.10).

După ce ajunge la ribozomi, molecula de ARNm își expune bazele în seturi de câte trei (codoni). O moleculă de ARNt are un **anticodon** care împerechează bazele complementare cu fiecare dintre codoni. Când codonul moleculei de ARNm își întâlnește anticodonul de pe molecula de ARNt, bazele lor se împerechează. Apoi următorul codon

DE REȚINUT
Translația reprezintă etapa sintezei proteinelor în care se folosește secvența de codoni a ARNm pentru a ghida secvența de aminoacizi a proteinelor.

al bazelor ARNm se împerechează cu o moleculă ARNt cu anticodonul complementar. Aminoacidul purtat de a doua moleculă de ARNt este poziționat lângă primul aminoacid, iar primul aminoacid este legat de al doilea cu ajutorul unei enzime ribozomale. Prima moleculă de ARNt revine apoi în citoplasmă pentru a căuta alt aminoacid.

După ce primul aminoacid este transferat în continuarea celui de-al doilea aminoacid şi primul ARNt se îndepărtează, ribozomul micşorează ARNm cu un codon. Un al treilea ARNt cu aminoacidul său leagă următorul codon. Ribozomul deplasează peptidul alcătuit din primii doi aminoacizi la capătul unui al treilea aminoacid, pe al treilea ARNt. Ulterior, al doilea ARNt pleacă în căutarea unui alt aminoacid, iar ribozomul micşorează ARNm cu încă un codon. Acest proces continuă, adăugând lanțului peptidic câte un singur aminoacid până se întâlneşte un codon stop. Există trei codoni stop, care nu codifică aminoacizi; în schimb, aceştia anunță ribozomul să nu mai adauge aminoacizi când proteina este completă (Figura 3.11).

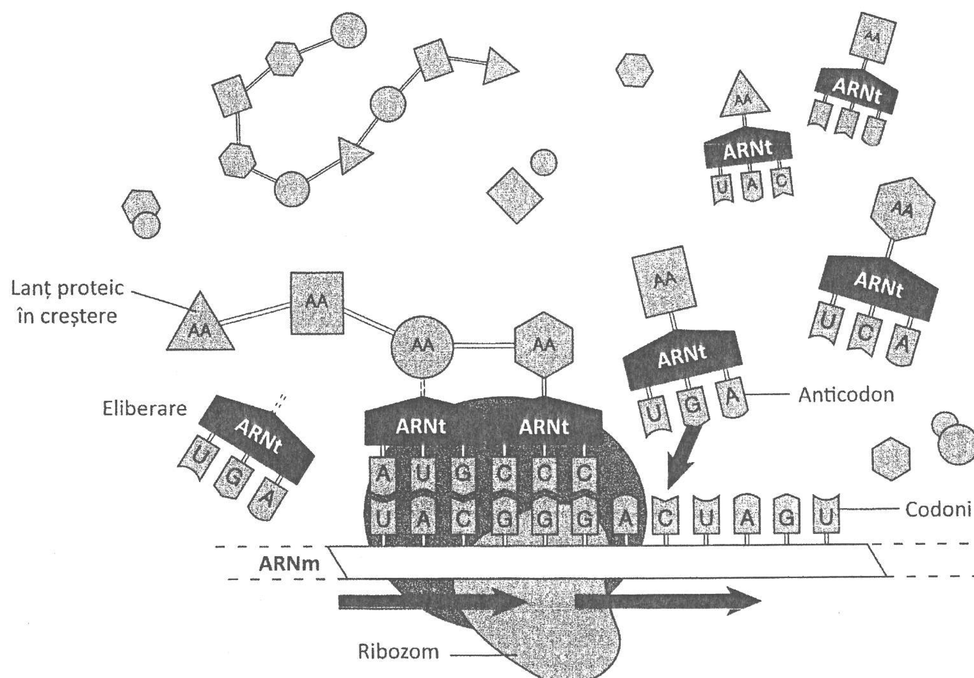


FIGURA 3.10 Translația din sinteza proteică. O catenă de ARNm soseşte la ribozom, unde întâlneşte molecule de ARNt ce transportă aminoacizi. Moleculele de ARNt au o secvență de trei baze azotate (anticodoni), complementară cu secvența de trei baze (codoni) de pe ARNm. Această potrivire plasează aminoacizii într-o anumită poziție; apoi aminoacizii sunt ataşați lanțului proteic care creşte. În acest fel, codul genetic este translatat într-o secvență de aminoacizi a unei proteine.

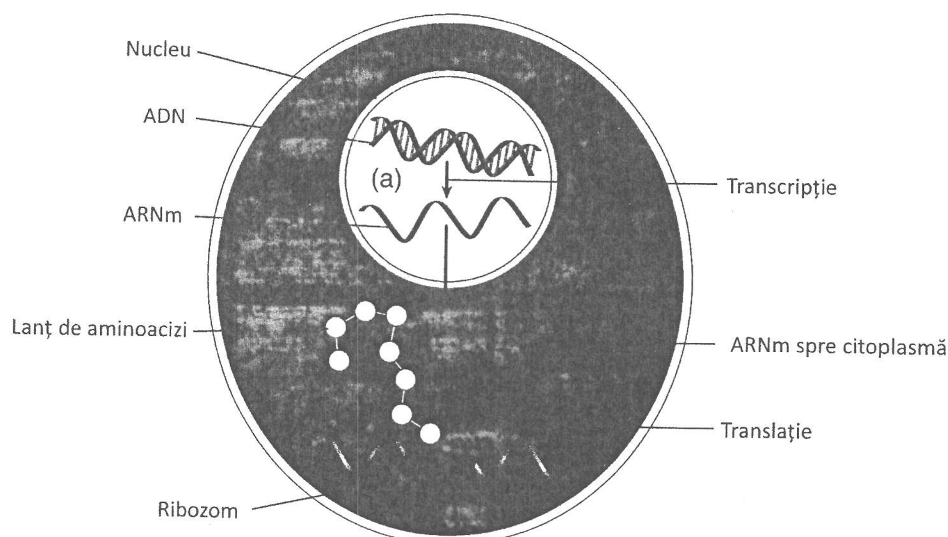


FIGURA 3.11 Prezentare generală a sintezei proteice: (a) transcripţie în nucleu, (b) deplasarea ARNm în citoplasmă şi (c) translaţia la ribozomul celulei.

Odată sintetizată proteina este îndepărtată din ribozom pentru a fi procesată mai departe: ea poate fi modificată în aparatul Golgi şi depozitată în veziculele secretoare înainte de a fi eliberată de către celulă, poate fi trimisă lizozomilor pentru a servi ca enzimă digestivă sau, poate fi folosită de celulă ca şi component structural celular. Molecula de ARNm este degradată, iar nucleotidele sale se întorc în nucleu. Moleculele de ARNt aşteaptă în citoplasmă să se unească cu noi molecule de aminoacizi, iar ribozomii anticipează sosirea unei molecule de ARNm pentru a sintetiza o nouă proteină.

CONTROLUL GENETIC

Expresia genică este reglată şi controlată de celulă, deoarece ar fi neeconomic ca celula să producă în permanenţă toate tipurile de proteine. De exemplu, o anumită enzimă digestivă este produsă când se consumă un anumit tip de aliment. În plus, anumite tipuri de celule produc doar anumite tipuri de proteine. De exemplu, o celulă pancreatică produce hormonul insulină în cantitate mare, pe când o celulă cerebrală nu produce acest hormon.

Controlul expresiei genice apare la câteva niveluri în celulă. De exemplu, genele sunt ţinute sub control în timpul mitozei deoarece cromozomul este comprimat şi răsucit puternic, iar această răsucire controlează accesul la gene.

Controlul genic poate apărea în timpul transcripţiei sau după aceasta. Anumite segmente de ADN controlează activitatea genelor din apropiere, modificând transcripţia genică. Mai mult, după ce transcripţia a avut loc, molecula de ARNm se modifică pentru a regla activitatea genică. S-a descoperit, de exemplu, că molecula de ARNm conţine mai multe secvenţe non-informaţionale numite **introni**. Intronii nu par a deţine nici o informaţie genetică legată de sinteza proteică, însă se găsesc în toate celulele umane. Intronii sunt îndepărtaţi când se produce molecula de ARNm final (matur). Părţile care mai rămân din ARNm, numite **exoni**, sunt alipite împreună pentru a forma molecula finală

de ARNm. Exonii sunt regiunile funcţionale din structura genelor folosite efectiv pentru codificarea proteinelor unei celule. Ei alcătuiesc circa 5% din totalul materialului genetic al unei celule umane şi reprezintă partea exprimată a genomului uman. Prin îndepărtarea intronilor şi menţinerea exonilor, celula modifică mesajul primit de la ADN şi controlează expresia genică. De asemenea, şi ARN-urile de reglare controlează expresia genică.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECŢIUNEA A – Completare: *Adăugaţi cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmaţii.*

1. Organismele ale căror celule au nucleu şi organite se numesc __________.
2. Membrana plasmatică celulară este alcătuită în principal din lipide, mai ales __________.
3. Mişcarea moleculelor dintr-o zonă cu concentraţie mare într-una cu concentraţie mică se numeşte __________.
4. Moleculele de apă se deplasează prin membrana plasmatică dintr-o zonă cu o concentraţie mică a solvitului în una cu concentraţie mare prin procesul de __________.
5. Difuziunea facilitată prin membrana plasmatică este facilitată de __________.
6. Când substanţele chimice sunt transportate dintr-o zonă cu concentraţie mică într-una cu concentraţie mare, procesul se numeşte __________.
7. Endocitoza implică fagocitoza, când anumite materii solide sunt înglobate în celulă dar, când se înglobează picături de lichid, procesul se numeşte __________.
8. Nucleul este prezent în toate celulele corpului uman, cu excepţia __________.
9. Proteinele care oferă un cadru de sprijin pentru ADN în cromozomi se numesc __________.
10. Masa densă din nucleu, ce conţine acidul ribonucleic, se numeşte __________.
11. Când pe reticulul endoplasmatic sunt prezenţi ribozomi, reticulul endoplasmatic se numeşte __________.
12. Înainte de a fi transportate spre destinaţiile finale, proteinele şi lipidele sunt procesate într-un organit celular numit __________.
13. Organitele care eliberează energia celulară din molecule alimentare şi în care se produc moleculele de ATP sunt __________.

14. Principalele componente ale citoscheletului sunt filamentele intermediare, microfilamentele şi __________.
15. Reacţiile chimice produse în corpul uman însoţite de eliberare de energie se numesc __________.
16. Reacţiile chimice în care energia este obţinută din alte surse şi este depozitată în diverse forme, se numesc __________.
17. Proteinele care accelerează reacţiile chimice, ele însele rămânând neschimbate, se numesc __________.
18. Cu câteva excepţii, denumirea enzimelor se termină în __________.
19. Sursa energetică imediată folosită de majoritatea celulelor umane este __________.
20. Când temperatura creşte, viteza unei reacţii enzimatice __________.
21. Cele trei părţi ale unei molecule de ATP sunt adenina, unitatea fosfat şi glucidul __________.
22. În nucleul celular, moleculele de ADN sunt înfăşurate în jurul complexelor de histone pentru a forma __________.
23. În timpul perioadei în care cromozomii nu se pot distinge, masa ADN din nucleul celular se numeşte __________.
24. Faza ciclului celular în care celula se divide şi formează două celule fiice se numeşte __________.
25. O fază a interfazei în care celula sintetizează proteine structurale şi enzime este reprezentată de __________.
26. Faza interfazei în care ADN-ul se replică, pregătindu-se de mitoză, este __________.
27. În timpul fazei G_2 a interfazei, celula se pregăteşte de mitoză, iar proteinele se organizează într-o serie de filamente numite __________.
28. Copiile de material cromozomial care se găsesc în profază se numesc __________.
29. În timpul profazei, structurile microscopice care migrează spre polii opuşi ai celulei se numesc __________.
30. În timpul profazei, cromatidele se ataşează de filamentele fusului de diviziune în porţiunea ADN numită __________.
31. Stadiul mitozei în care perechile de cromatide se aliniază în placa ecuatorială este __________.

32. Când cromozomii ajung la polii opuşi ai celulei, celula se află în faza mitozei numită __________.

33. După ce mitoza a avut loc, citoplasma celulară se divide în două celule separate, prin __________.

34. Secvenţa de aminoacizi dintr-o proteină este determinată de secvenţa de nucleotide din ADN cunoscută ca şi __________.

35. ADN-ul conţine timină, în timp ce ARN-ul conţine altă bază, __________.

36. Structurile ultramicroscopice citoplasmatice alcătuite din ARN şi proteine, în care sunt legaţi între ei aminoacizii, se numesc __________.

37. Acidul nucleic responsabil de transportul informaţiei de la ADN în citoplasmă este __________.

38. Moleculele de ARN de transfer transportă la ribozomi substanţe numite __________.

39. Transcripţia este procesul prin care se formează o catenă de ARNm conform codului de baze de la nivelul __________.

40. În translaţia ARNm, catena de ARN este citită în grupuri de câte trei baze, numite __________.

41. O dată sintetizate, moleculele de ARNm părăsesc nucleul celular prin __________.

42. Molecula de ADN se află în nucleul celulelor, având formă de __________.

43. Orice moleculă de ARNt are o secvenţă de baze, complementară secvenţei de baze din codon, numită __________.

44. Legăturile chimice dintre aminoacizi prin care se produce o proteină conform informaţiilor din molecula de ARN se formează în __________.

45. Prin unirea mai multor sute de mii de aminoacizi rezultă o moleculă organică numită __________.

46. Odată folosită, molecula de ARNm este degradată şi componentele sale se întorc la __________.

47. O proteină sintetizată, prezentă în citoplasmă, poate fi modificată în __________.

48. Sinteza moleculelor de ARNm în nucleu este determinată de __________.

49. Când o catenă din dublul helix de ADN funcţionează în transcripţie, cealaltă catenă rămâne __________.

50. Pentru a forma molecule de ARNm, celula îndepărtează părţile care nu sunt de folos ale ARN, numite __________.

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Următoarele afirmații se referă la membrana plasmatică celulară, *cu excepția*
   A. este compusă în principal din fosfolipide și proteine
   B. se conformează structurii de mozaic fluid
   C. fosfolipidele sunt dispuse într-un singur strat
   D. se află la marginea celulei

2. În timpul procesului de difuziune
   A. moleculele se deplasează dintr-o zonă cu concentrație mare într-una cu concentrație mică
   B. moleculele nu trec prin membrană
   C. sunt cheltuite cantități mari de energie
   D. proteinele asistă transportul moleculelor

3. Dacă celulele umane ar fi introduse într-o soluție foarte sărată
   A. apa ar intra în celule
   B. sarea ar invada citoplasma celulelor
   C. celulele ar avea tendința să se „zbârcească"
   D. celulele ar avea tendința să se lizeze

4. Membrana plasmatică este o membrană semipermeabilă, deoarece
   A. împiedică trecerea apei
   B. lasă să treacă doar anumite molecule
   C. conține cromozomi și gene
   D. este centrul sintezei proteice semiconservative

5. Dacă un număr de celule umane ar fi introduse în apă pură, soluția s-ar numi
   A. izotonă
   B. hipertonă
   C. sinotonă
   D. hipotonă

6. În transportul activ substanțele chimice se deplasează dintr-o zonă cu concentrație scăzută într-una cu concentrație crescută, și pentru aceasta este nevoie de
   A. funcționarea genelor
   B. o cheltuială de energie
   C. implicarea ribozomilor
   D. implicarea aparatului Golgi

7. Fagocitoza este o formă de endocitoză în care
   A. celulele se dublează
   B. se exercită controlul genic
   C. celulele introduc în interiorul lor diverse substanțe solide
   D. se divide reticulul endoplasmatic

8. Cele două substanţe organice din alcătuirea cromozomilor sunt
   A. grăsimi şi glucide
   B. glucide şi vitamine
   C. proteine şi acizi nucleici
   D. minerale şi vitamine

9. Genele se pot defini astfel
   A. molecule glucidice care sintetizează proteine
   B. segmente funcţionale ale cromozomilor
   C. materiale proteice care produc enzime
   D. cromozomi care nu au exoni

10. Masa densă de acid ribonucleic ce se găseşte în nucleu este
   A. reticulul endoplasmatic
   B. nucleolul
   C. aparatul Golgi
   D. ribozomul

11. Reticulul endoplasmatic se poate descrie astfel
   A. organit citoplasmatic în formă de cârnăcior
   B. structură funcţională aflată în nucleu
   C. ansamblu de membrane aflat în citoplasma celulei
   D. centrul de producere a energiei

12. Lizozomii unei celule conţin multe
   A. enzime digestive
   B. compuşi organici încărcaţi electric
   C. vitamine şi minerale
   D. săruri precum clorura de sodiu

13. Mitocondriile sunt organitele în care
   A. se sintetizează proteine
   B. se întâlnesc cromozomii
   C. genele asigură codul genetic pentru sinteza proteică
   D. se eliberează energie din moleculele alimentare

14. Flagelii celulelor umane determină
   A. producţie de energie
   B. sinteză proteică
   C. reproducere celulară
   D. mişcare celulară

15. Toate reacţiile chimice celulare sunt catalizate de :
   A. glucide
   B. minerale
   C. ioni de sodiu
   D. enzime

16. Se eliberează energie dintr-o moleculă de ATP când
    A. se elimină gruparea fosfat terminală
    B. molecula se leagă de ioni de sodiu
    C. molecula este transportată la nucleu
    D. molecula se combină cu grăsime

17. Următoarele afirmații se referă la enzime, *cu excepția*
    A. enzimele sunt molecule glucidice
    B. enzimele acționează asupra substratului
    C. temperaturile ridicate denaturează enzimele
    D. enzimele colaborează cu alte enzime în cadrul căilor metabolice

18. Interfaza este o fază a ciclului celular în care
    A. celula se divide
    B. cromozomii se aliniază la nivelul plăcii ecuatoriale
    C. se desfășoară activitățile specifice ale unei celule
    D. cromozomii celulei migrează către poli

19. Cromatidele, cromozomii și cromatina sunt asemănătoare între ele deoarece
    A. toate se prezintă sub formă de structuri fibrilare vizibile
    B. toate pot fi întâlnite în interfază
    C. toate se asociază cu moleculele de ATP
    D. toate conțin ADN

20. Un om de știință care studiază telofaza este interesat de activitățile care au loc
    A. la începutul mitozei
    B. în timpul interfazei
    C. în timpul fazei G_2
    D. la sfârșitul mitozei

21. Următoarele structuri sunt alcătuite din ARN, *cu excepția*
    A. ribozomilor (în parte)
    B. moleculelor mesager
    C. genelor
    D. moleculelor de transfer

22. Codonul este un grup de nucleotide alcătuit din trei baze care specifică
    A. un aminoacid
    B. o enzimă
    C. o proteină care facilitează difuziunea
    D. nucleul de hidrogen

23. Următoarele structuri participă la faza de translație a sintezei proteice, *cu excepția*
    A. moleculelor ARN de transfer
    B. moleculelor de ADN
    C. ribozomilor
    D. aminoacizilor

24. Sinteza proteică nu se poate desfăşura în absenţa
    A. moleculelor grase
    B. moleculelor de vitamina K
    C. moleculelor de aminoacid
    D. moleculelor sterolice

25. O moleculă de ARN mesager conţine
    A. exoni, dar nu introni
    B. introni, dar nu exoni
    C. ATP, dar nu ADN
    D. ADN, dar nu ATP

SECŢIUNEA C – Adevărat/Fals: *La următoarele enunţuri marcaţi cu litera „A" afirmaţia care este adevărată. Dacă este falsă, modificaţi cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Există aproximativ 30000 de gene în nucleul fiecărei celule umane.
2. Întrucât componentele membranei se mişcă constant, se spune că membrana plasmatică are structură de mozaic fluid.
3. Moleculele de oxigen trec din alveolele pulmonare în hematii prin osmoză.
4. Dacă s-ar introduce celule ale corpului într-o soluţie fără solvit, celulele ar avea tendinţa să se umfle.
5. Dacă mai multe celule ale corpului ar fi introduse într-o soluţie cu aceeaşi concentraţie a solvitului ca cea din citoplasmă, soluţia s-ar numi hipotonă.
6. Procesul de difuziune facilitată este asistat de molecule de glucide din membrana plasmatică.
7. Pentru a dirija transportul activ, energia este obţinută de obicei dintr-o substanţă numită adenozin trifosfat.
8. Procesul de fagocitoză şi pinocitoză sunt cunoscute împreună ca exocitoză.
9. Învelişul nuclear constă din două straturi de proteine cu pori prin care comunică cu citoplasma.
10. Nucleolul este locul în care acidul ribonucleic este folosit pentru a produce lizozomi.
11. Înaintea deplasării către destinaţiile lor finale, proteinele şi lipidele sunt procesate în mitocondrii.
12. Funcţia celulară a lizozomului este de a servi drept structură de suport a celulei.
13. În metabolismul celular, cantitatea de energie de activare necesară este de obicei scăzută de enzime.

14. Acele căi metabolice în care molecule mari și complexe sunt degradate sau digerate, sunt cunoscute sub numele de anabolism.

15. O substanță este identificată ca enzimă după numele ei, care se termină în -ată.

16. Faza G1 a ciclului celular precede mitoza.

17. În timpul fazei S a ciclului celular, ADN-ul nuclear se replică.

18. În stadiul de profază al mitozei, centromerii migrează spre polii opuși ai celulei.

19. Filamentele fusului de diviziune trag cromozomii spre polii opuși ai celulei în stadiul mitozei numit metafază.

20. Codul genetic constă dintr-o secvență de dezoxiriboză în molecula de ADN.

21. Sinteza proteică poate apărea la celulele umane de-a lungul membranei mitocondriilor.

22. În timpul formării moleculelor de ARNm, se elimină părți de ARN nefolosit numite introni.

23. Un codon este o secvență de trei baze pe o moleculă de ARN de transfer.

24. Aminoacizii sunt aduși la ribozomi de către moleculele de ARN mesager pentru a se lega de proteine.

25. Moleculele de ARN o dată ce au fost folosite, sunt degradate, iar nucleotidele lor se întorc în nucleu.

SECŢIUNEA D – Studiu de caz

Dora are leucemie granulocitară acută, un cancer al globulelor albe. Are un număr foarte mare de astfel de celule în sânge. În mod normal aceste celule luptă împotriva infecțiilor. Este de așteptat sau nu ca Dora să fie mai susceptibilă la infecție, acum că are leucemie? De ce?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A – Completare

1. eucariote
2. fosfolipide
3. difuziune
4. osmoză
5. proteine
6. transport activ
7. pinocitoză
8. globulelor roșii
9. histone
10. nucleol
11. rugos
12. aparat Golgi
13. mitocondriile
14. microtubulii
15. exergonice
16. endergonice
17. enzime
18. -ază
19. adenozin trifosfatul (ATP)
20. crește
21. riboză
22. nucleozomii
23. cromatină
24. mitoză
25. faza G_1
26. faza S
27. fus de diviziune
28. cromatide
29. centrioli
30. centromer
31. metafaza
32. telofază
33. citokineză
34. cod genetic
35. uracil
36. ribozomi
37. ARN mesager
38. aminoacizi
39. ADN-ului
40. codoni
41. pori nucleari
42. dublu helix
43. anticodon
44. ribozom
45. proteină
46. nucleu
47. aparatul Golgi
48. enzime
49. dormantă
50. introni

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere

1. C	6. B	11. C	16. A	21. C
2. A	7. C	12. A	17. A	22. A
3. C	8. C	13. D	18. C	23. B
4. B	9. B	14. D	19. D	24. C
5. D	10. B	15. D	20. D	25. A

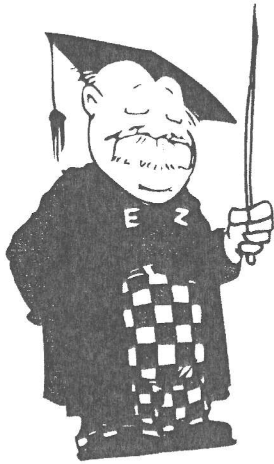
SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals

1. A
2. A
3. difuziune
4. A
5. izotonă
6. proteine
7. A
8. endocitoză
9. membrane fosfolipidice
10. ribozomi
11. aparatul Golgi
12. citoscheletului
13. A
14. catabolism
15. –ază
16. urmează
17. A
18. centrioli
19. anafază
20. nucleotide
21. reticulului endoplasmatic rugos
22. A
23. mesager
24. de transfer
25. A

SECȚIUNEA D – Studiu de caz

Dora va fi mult mai susceptibilă la infecții. Celulele canceroase nu funcționează normal, așa că numărul mare de globule albe nu o poate ajuta să lupte împotriva infecțiilor.

4



Țesuturile

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie țesuturile prezente în organismul uman. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- deosebiți toate tipurile de țesuturi pe baza caracteristicilor și funcției lor;
- descrieți glandele exocrine și endocrine;
- faceți distincția între tipurile de membrane;
- identificați celulele ce apar în diverse țesuturi;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Țesuturi epiteliale, glande și membrane
- Țesuturi conjunctive
- Țesutul muscular și nervos
- Întrebări recapitulative

Țesuturile sunt grupări de celule care au caracteristici similare și îndeplinesc funcții asemănătoare. În organismul uman se găsesc patru tipuri fundamentale de țesuturi: țesutul epitelial (epiteliul), țesutul conjunctiv, țesutul muscular și țesutul nervos.

Țesutul epitelial, sau **epiteliul**, acoperă suprafața corpului, căptușește cavitățile din interiorul acestuia și alcătuiește cele mai importante porțiuni ale glandelor. Unele țesuturi epiteliale sunt adaptate pentru absorbția de nutrimente, pe când altele sintetizează și eliberează diverse secreții.

Țesuturile conjunctive reprezintă un grup variat de țesuturi alcătuite din celule dispuse într-o rețea de fibre, numită **matrice**. Materialul ce înconjoară celulele din matrice se numește **substanță fundamentală**. Aceasta poate fi dură și inflexibilă ca în țesutul osos, solidă, dar cu o oarecare flexibilitate precum în țesutul cartilaginos, sau moale și flexibilă ca în țesutul adipos. În anumite cazuri, spre exemplu sângele, substanța fundamentală este lichidă, iar țesutul conjunctiv nu dispune de suport solid. Țesuturile conjunctive au rol de suport și protecție a organismului. Ele pot, de asemenea, transporta și depozita diverse substanțe.

Țesuturile musculare sunt asociate cu mișcările corpului. Structura celulelor din aceste tipuri de țesuturi le permite să se contracte, iar prin aceasta ele contribuie la pomparea sângelui, mobilitatea diverselor părți ale corpului sau propulsarea hranei de-a lungul tractului gastrointestinal.

Țesutul nervos este compus din celule adaptate pentru recepționarea și transmiterea de semnale, răspunsul la stimuli și coordonarea activităților conștiente și inconștiente. Țesutul nervos este principalul component al sistemului nervos central și periferic (Tabelul 4.1).

TABELUL 4.1 ȚESUTURILE UMANE ȘI FUNCȚIILE LOR

Țesutul	Funcția
Epitelial	Protecție și suport; acoperă și căptușește organe
Conjunctiv	Unește diverse zone specializate ale organismului
• **Osul**	Suport
• **Cartilajul**	Flexibilitate, amortizarea șocurilor
• **Țesutul conjunctiv fibros**	Conectează mușchii de oase și oasele între ele
• **Sângele**	Transportă oxigen, nutrimente, reziduuri, anticorpi, hormoni
• **Țesutul adipos**	Depozitează grăsime, amortizează șocurile
Muscular	Se contractă pentru a facilita mișcările organismului sau mișcările diverselor sale componente
Nervos	Conduce impulsuri electrice între diversele părți ale organismului și între mediul extern și organism

ȚESUTUL EPITELIAL

Țesutul epitelial este localizat la suprafața corpului, unde constituie o componentă a pielii, și căptușește diferite structuri precum cavitatea bucală, nasul și alte cavități. Acest țesut căptușește și căile respiratorii, reproducătoare și urinare. De asemenea, toate vasele

sanguine sunt căptuşite cu un epiteliu. Celulele ce compun țesuturile epiteliale se divid prin mitoză şi, de obicei, una din suprafeţele epiteliilor vine în contact direct cu aerul sau cu diverse fluide, ceea ce permite celulelor să controleze mişcarea moleculelor dintr-o parte în alta a epiteliului.

Țesutul epitelial nu este vascularizat. În schimb, el este hrănit cu substanţe nutritive provenite din vasele sanguine din ţesutul conjunctiv subiacent. Ţesutul epitelial este ancorat de ţesutul conjunctiv prin intermediul unei **membrane bazale**, alcătuite din materiale ce nu intră în componenţa celulelor (non-celulare). Membrana bazală este compusă din glicoproteine (molecule proteice cuplate cu molecule glucidice) secretate de celulele epiteliale. O altă componentă a membranei bazale este reprezentată de o reţea de fibre de colagen aparţinând ţesutului conjunctiv.

DE REȚINUT
Țesuturile epiteliale acoperă și căptușesc alte structuri.

JONCȚIUNILE CELULARE

Celulele epiteliale sunt de obicei strâns unite între ele prin intermediul unor joncţiuni strânse şi aderenţiale. **Joncţiunile strânse** se dispun de jur împrejurul celulelor şi le leagă strâns de celulele învecinate (Figura 4.1). O astfel de joncţiune se formează în urma fuzionării membranelor celulelor adiacente prin cuplarea unor lipoproteine între ele. Spaţiul intercelular este foarte redus.

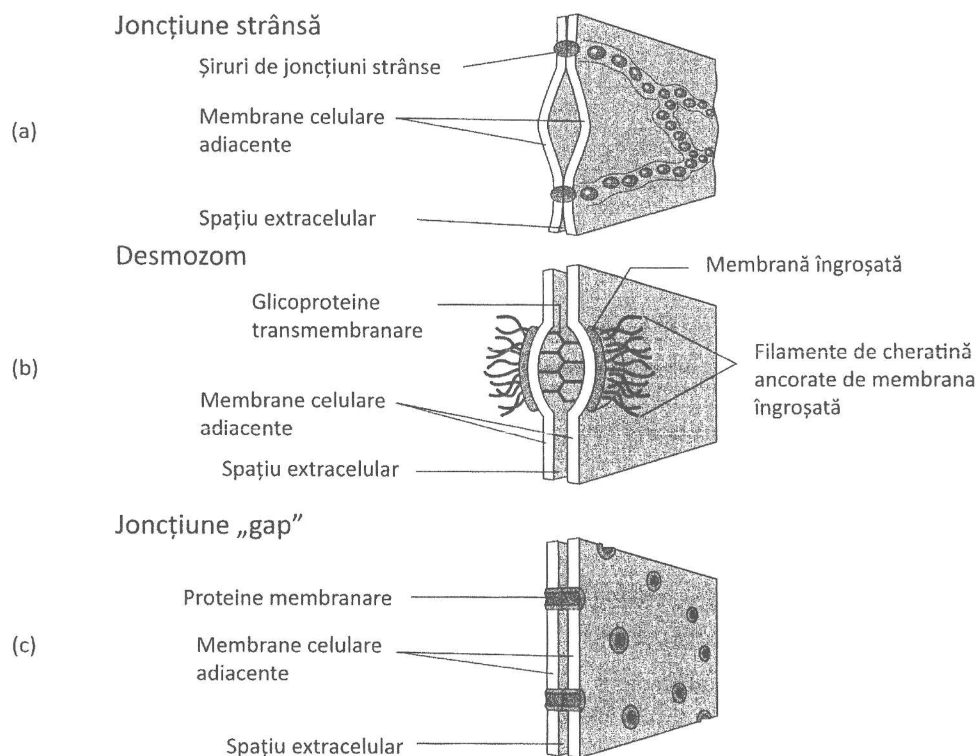


FIGURA 4.1 Trei tipuri de joncţiuni ce pot fi întâlnite în ţesuturile umane. (a) Joncţiunile strânse asigură fixarea celulelor între ele şi prezintă porţiuni de fuziune a membranelor celulare. (b) Desmozomii sunt joncţiuni punctiforme între celule, ce prezintă filamente de cheratină cu rol de ancorare a celulelor. (c) Joncţiunile de tip „gap" au mici canale pentru a permite schimburile de ioni şi diverse molecule. Astfel de joncţiuni se găsesc în ţesutul muscular neted şi în cel cardiac.

În cazul **desmozomilor**, între membranele celulare alăturate apare un mic spațiu (de dimensiuni electronomicroscopice), iar fibrilele intracelulare de cheratină ancorează glicoproteinele transmembra-nare care unesc celulele între ele. Desmozomii sunt **joncțiuni aderențiale**.

Un alt tip de joncțiune îl reprezintă **joncțiunea „gap" (comunicantă)**. În cadrul acestui tip de joncțiune, între celule există căi de trecere tubulare, și canale ce permit trecerea ionilor și moleculelor dintr-o celulă în alta. Aceste joncțiuni apar în țesutul muscular neted și în cel cardiac, dar nu și în țesuturile epiteliale (Tabelul 4.2).

TABELUL 4.2 PREZENTARE COMPARATIVĂ A CELOR TREI TIPURI DE JONCȚIUNI INTERCELULARE

Denumire	Specializări caracteristice ale membranei celulare	Mărimea spațiului intercelular	Funcție
Joncțiuni strânse	Benzi de proteine ce izolează porțiuni ale membranei celulare	Spațiul intercelular dispare în zonele în care membranele celulare sunt lipite	Formează o barieră ce împiedică schimburile de substanțe între celule
Joncțiuni aderențiale	Structuri interconectate ce unesc membranele celulare adiacente	Normală 24 nm	Cuplează strâns celulele între ele
Joncțiuni de tip „gap"	Canale sau pori prin membranele celulare ce străbat spațiul intercelular	Mult redusă 2 nm	Facilitează comunicarea electrică între celule și permit trecerea ionilor și a moleculelor

FUNCȚIILE ȚESUTURILOR EPITELIALE

Țesuturile epiteliale pot îndeplini o gamă variată de funcții, ce includ protecția țesuturilor subiacente împotriva deshidratării, iritațiilor mecanice, substanțelor toxice sau traumelor.

O altă funcție este reprezentată de absorbția gazelor sau a nutrimentelor, cum se întâmplă în plămâni sau în sistemul digestiv. Un al treilea tip de funcții cuprinde transportul nutrimentelor, fluidelor, al mucusului sau al diverselor tipuri de particule.

Țesuturile epiteliale mai pot avea și funcție de secreție, ele producând, spre exemplu, enzime, sudoare sau hormoni. Aceste substanțe sunt produse de așa-numitele **epitelii glandulare**. Epiteliul renal are, de asemenea, un rol în excreția produșilor reziduali. Pe lângă toate acestea, anumite celule epiteliale sunt specializate în recepția senzorială; astfel de celule se regăsesc în structura urechii, nasului și a mugurilor gustativi.

TIPURI DE ȚESUTURI EPITELIALE

În organismul uman există numeroase tipuri de țesuturi epiteliale. Celulele ce alcătuiesc aceste țesuturi pot fi plate (turtite), cubice sau cilindrice. Celulele plate sunt denumite

celule pavimentoase, iar cele **cubice** și cele **cilindrice** sunt denumite ca atare (Figura 4.2). Vom întâlni aceste tipuri celulare în diferite țesuturi epiteliale.

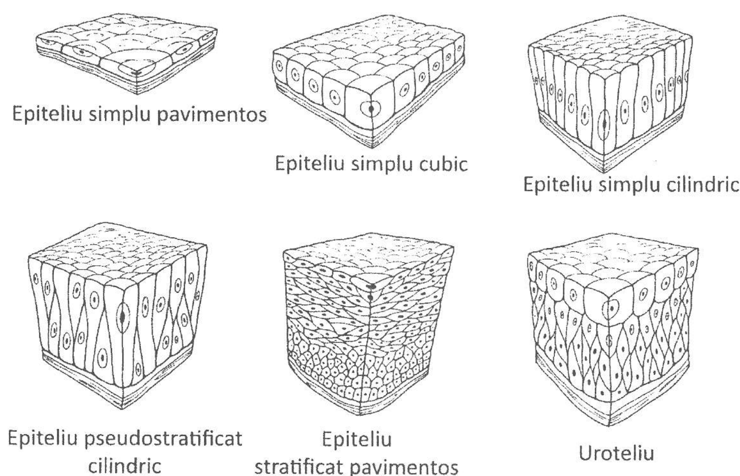


FIGURA 4.2 Diferite tipuri de țesuturi epiteliale. Aceste țesuturi se găsesc în structura diferitelor organe ale corpului uman.

Unele țesuturi epiteliale conțin un singur strat de celule, fiind denumite **epitelii simple**. Altele prezintă două sau mai multe straturi de celule și se numesc **epitelii stratificate**. Un epiteliu care pare să aibă mai multe straturi de celule dar care, în realitate, este alcătuit dintr-un singur rând de celule cu înălțimi diferite, se numește **epiteliu pseudostratificat**. În acest tip de epiteliu, toate celulele vin în contact cu membrana bazală. Un alt tip de epiteliu este **uroteliul (epiteliul tranzițional)**, ale cărui celule își modifică forma ca reacție la distensie.

Epiteliul simplu pavimentos este alcătuit dintr-un singur strat de celule turtite. Acest tip de epiteliu căptușește vasele de sânge și pe cele limfatice (unde are denumirea de **endoteliu**) și cavitățile interne (**mezoteliu**); apare, de asemenea, în canalele de mici dimensiuni din majoritatea glandelor, în anumite părți ale tubilor renali și în porțiunile terminale ale sistemului respirator. Principalele funcții ale epiteliului simplu pavimentos sunt protecția și absorbția.

Epiteliul simplu cubic este compus dintr-un strat de celule de formă cubică având nucleul dispus central. Acest țesut epitelial apare în multe glande, dar alcătuiește și epiteliul pigmentar al retinei. Alte localizări ale acestui epiteliu sunt: suprafața ovarului, fața anterioară a cristalinului. Acest epiteliu are funcție de protecție și secreție.

Epiteliul simplu cilindric căptușește tractul gastrointestinal și apare și la nivelul trompelor uterine și al uterului, în unele porțiuni ale tractului respirator și în multe glande. Acest țesut este compus dintr-un strat de celule înalte, cu nucleii localizați în porțiunea bazală. Acest tip de epiteliu are funcție de protecție, secreție și absorbție. În epiteliul simplu cilindric al tractului digestiv apar și glande unicelulare sub formă de **celule caliciforme** ce secretă mucus.

Epiteliul pseudostratificat cilindric căptușește traheea și arborele bronșic superior, precum și porțiuni din ductele (canalele) sistemului reproducător și ale uretrei masculi-

CARTILAJUL

Cartilajul este un tip de țesut conjunctiv rezistent la tensiune datorită fibrelor de colagen și altor componente aflate în substanța fundamentală. Fibrele sunt produse de celulele cartilaginoase, numite **condroblaste**. Aceste celule rămân la un moment dat înglobate în fibrele pe care le sintetizează și devin celule inactive, numite **condrocite**.

Substanța fundamentală a cartilajului este un amestec de consistență fermă, asemănătoare cu a cauciucului, compusă din proteine și proteoglicani (molecule proteice asociate cu molecule de carbohidrați). Cartilajul nu conține vase de sânge și, în majoritatea localizărilor din organism, este înlocuit treptat de os. Există trei tipuri de cartilaj: hialin, elastic și fibros (Figura 4.5).

Cartilajul hialin apare la extremitățile oaselor lungi, precum și la nivelul urechii externe, scheletului fetal, nasului, laringelui, traheei și bronhiilor. Este cel mai răspândit țesut cartilaginos din organism, fiind de asemenea și cel mai puțin rezistent. La examinarea microscopică se observă condrocitele, dispuse în spații denumite **lacune**.

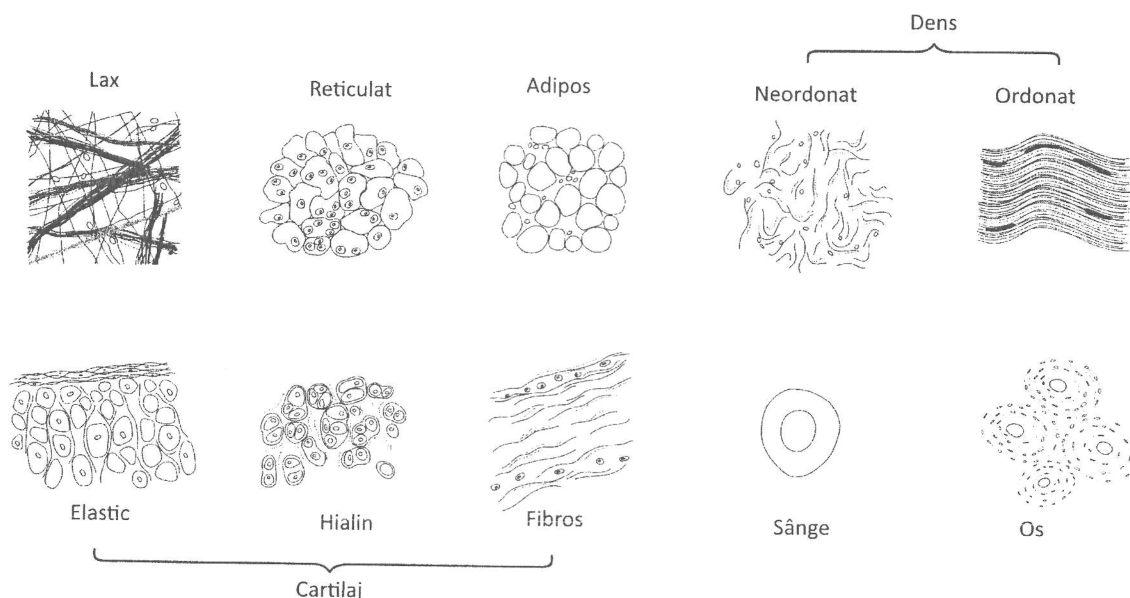


FIGURA 4.5 Diferitele tipuri de țesuturi conjunctive întâlnite în organismul uman. Ele diferă prin celulele pe care le conțin și prin substanța prezentă printre celule.

Al doilea tip de cartilaj, **cartilajul elastic**, conține fibre flexibile, întretăiate și ramificate. Acest țesut apare în epiglotă, urechea externă și trompa lui Eustache. Se deosebește de cartilajul hialin prin prezența fibrelor elastice ramificate.

Cartilajul fibros este cel mai rezistent tip de cartilaj, conținând fibre dense de colagen și o cantitate limitată de substanță fundamentală. Se găsește la nivelul simfizei pubiene, oaselor craniene și la nivelul discurilor intervertebrale. Cartilajul fibros are o mare rezistență la tensiune și predomină în zonele din organism care trebuie să suporte greutăți. De asemenea, poate fi găsit în tendoane și ligamente. Fibrele de colagen sunt dispuse în fascicule subțiri, aproximativ paralele, conferindu-i acestui tip de țesut un aspect fibros granulos. Printre fibrele de colagen se află condrocite.

OSUL

Țesutul osos este cel mai dur țesut conjunctiv. Este alcătuit din celule, fibre de colagen și o substanță fundamentală densă, mineralizată, denumită os. Osul este mult mai rezistent decât cartilajul deoarece conține săruri anorganice de calciu și fosfați, care îi conferă duritate și capacitatea de a suporta greutăți. Pe lângă aceasta, celulele osoase dispun de o bogată rețea vasculară, spre deosebire de cele din cartilaj, care nu sunt vascularizate.

Celulele care pot fi întâlnite în acest țesut sunt osteoblastele, osteocitele și osteoclastele. **Osteoblastele** sintetizează componentele osului, apoi se transformă în celule mature, numite **osteocite**, localizate în lacune, prezente în matricea osoasă. **Osteoclastele**, cu ajutorul celorlalte celule, pot resorbi și remodela osul.

Substanța fundamentală este alcătuită în principal dintr-o substanță anorganică numită **hidroxiapatită**, constituită din fosfat de calciu. **Osul compact (dens)** se găsește la nivelul diafizei oaselor lungi. **Osul spongios** este alcătuit dintr-o rețea de lamele osoase subțiri denumite **trabecule (travee)**. Acest tip de os conține măduva roșie osoasă, fiind înconjurat la exterior de os compact. El este localizat în epifizele oaselor lungi și în interiorul oaselor late.

Unitatea structurală de bază a osului compact, la adulți, este osteonul. Acesta, împreună cu alte structuri specifice osului, vor fi discutate în Capitolul 6.

SÂNGELE

Sângele este un tip aparte de țesut conjunctiv, din cauza faptului că substanța sa fundamentală este lichidă. Acest lichid nu este produs de către celulele sanguine, ci este preluat de organism din exterior, fiind suplimentat cu proteine sintetizate în principal de către ficat. Sângele servește drept mediu de transport pentru diverse nutrimente, gaze și produse reziduale de la și înspre celule, fiind și locul în care se desfășoară unele procese de apărare a organismului. Sângele va fi descris în detaliu în Capitolul 14.

ȚESUTUL MUSCULAR ȘI ȚESUTUL NERVOS

Cel de-al treilea tip major de țesut întâlnit în organismul uman este **țesutul muscular**. Acesta are capacitatea de a exercita forță și de a produce mișcare atunci când se contractă. Celulele țesutului muscular sunt alungite, ceea ce le facilitează funcția contractilă. Citoplasma acestor celule se mai numește și sarcoplasmă, organitele celulare având și ele denumiri specializate (Capitolul 8).

Țesutul muscular poate fi atașat de oase, caz în care este denumit **mușchi scheletic**. Acest tip de mușchi se află sub control nervos conștient, motiv pentru care se mai numește și **mușchi voluntar**. O altă denumire sub care poate fi întâlnit acest tip de mușchi este cea de **mușchi striat**, din cauza prezenței unor striații microscopice în citoplasma celulelor.

Un alt tip de mușchi ce poate fi întâlnit în organism este **mușchiul neted**, care nu este asociat cu scheletul, ci cu organele interne. Acest tip de mușchi poate fi întâlnit în pereții căilor respiratorii și urinare, ai vaselor de sânge și ai tractului digestiv. Numele

acestui mușchi reflectă lipsa striațiilor din citoplasma celulelor care-l alcătuiesc. Mușchiul neted nu necesită un control nervos voluntar pentru contracție, fiind astfel un **mușchi involuntar**.

Cel de-al treilea tip de mușchi este **mușchiul cardiac**. Deși este un mușchi striat, el nu se află sub control voluntar. Se găsește în peretele inimii și al vaselor mari din imediata vecinătate a acesteia. Celulele sale sunt unite între ele prin intermediul unor grupări specializate de joncțiuni comunicante („gap") denumite **discuri intercalare**.

Ultimul tip major de țesut întâlnit în organismul uman este **țesutul nervos**, care are funcții legate de comunicare. Acest țesut recepționează stimuli, transmite și interpretează impulsuri nervoase.

DE REȚINUT
Celulele mușchiului scheletic sunt striate și se află sub control voluntar. Celulele musculare netede nu au striații, însă cele cardiace au. Atât mușchiul neted cât și cel cardiac sunt mușchi involuntari.

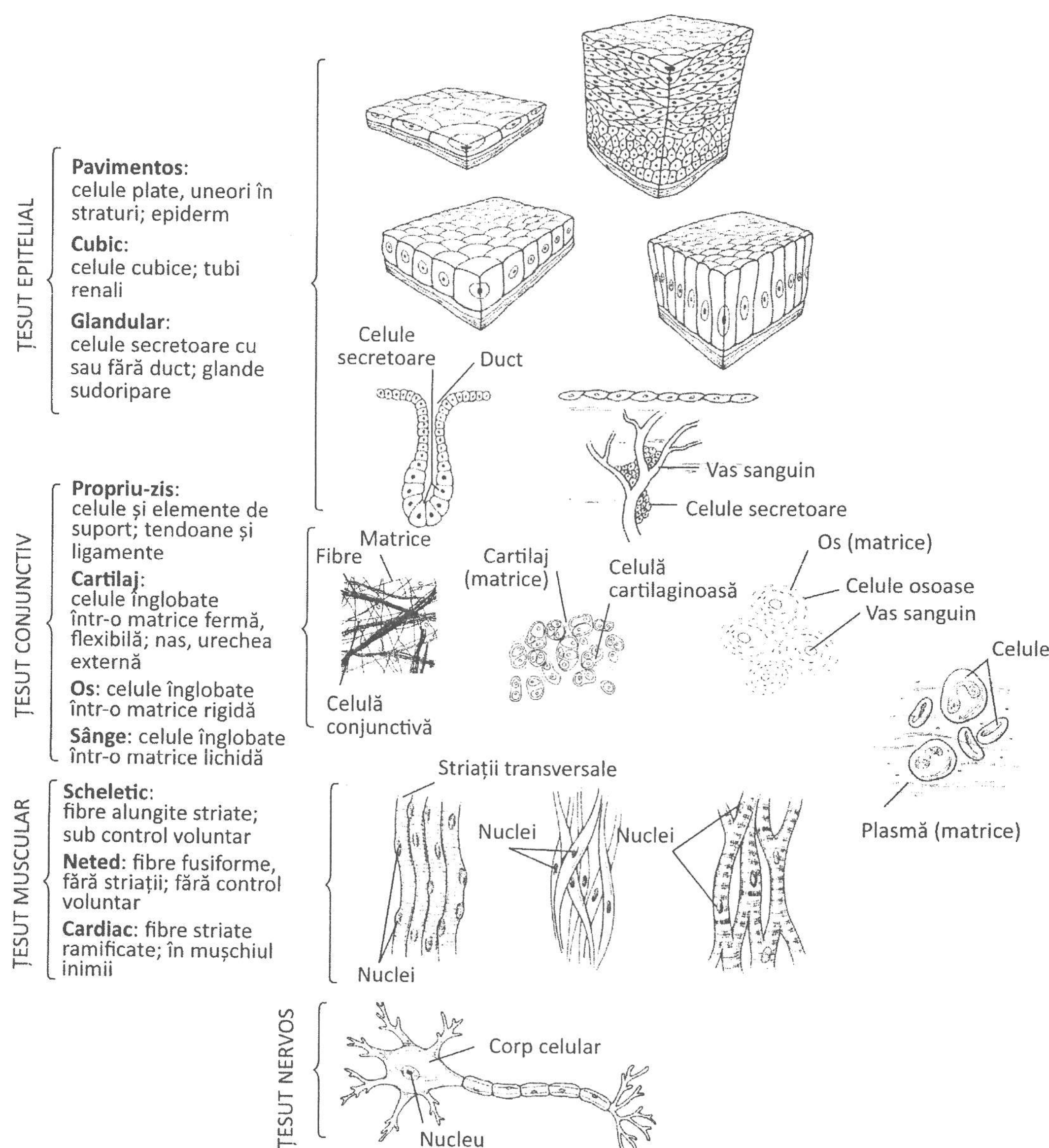


FIGURA 4.6 O recapitulare a diverselor tipuri de țesuturi prezente în organismul uman. Există patru tipuri principale de țesuturi, fiecare având mai multe subtipuri.

Țesutul nervos conține două tipuri principale de celule: celule de suport, numite **celule nevroglice**, și celule specializate în generarea și conducerea impulsurilor nervoase, numite **neuroni**. Neuronii au o formă aparte, cu numeroase prelungiri ce permit recepționarea și transmiterea stimulilor. **Neuronii senzitivi** recepționează impulsuri din mediul extern și le transmit către sistemul nervos central (creierul și măduva spinării), pe când **neuronii intercalari (neuronii de asociație)** interpretează stimulii și transmit răspunsul adecvat prin intermediul **neuronilor motori**. Neuronii motori transmit impulsuri către mușchi și glande, pentru a obține un răspuns adecvat. Anatomia și fiziologia țesutului nervos sunt descrise în Capitolul 10.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

***SECȚIUNEA A – Completare:** Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Țesutul care acoperă suprafața corpului, căptușește cavitățile interne și formează porțiunile cele mai importante ale multor glande se numește ____________________.
2. Matricea țesutului conjunctiv conține atât celule, cât și ____________________.
3. Cea mai importantă funcție a țesutului muscular în corpul uman este facilitarea ____________________.
4. Celulele țesutului nervos sunt special adaptate pentru a primi și transmite ____________________.
5. Celulele țesuturilor epiteliale se divid prin ____________________.
6. Țesutul epitelial este ancorat de țesutul conjunctiv de sub el prin intermediul ____________________.
7. Joncțiunile intercelulare formate prin fuziunea membranelor celulare adiacente, și care conțin proteine membranare interconectate, se numesc ____________________.
8. Pasajele tubulare dintre celulele alăturate, ce permit schimbul de ioni și molecule, se numesc ____________________.
9. Joncțiunile în care apare un spațiu inframicroscopic între membranele celulare adiacente și care conțin glicoproteine transmembranare ce leagă celulele între ele se numesc ____________________.

10. Celulele epiteliale ce produc substanțe precum enzimele, sudoarea sau hormonii se numesc ____________________.

11. Țesuturile epiteliale alcătuite dintr-un singur strat de celule se numesc ____________________.

12. În uroteliu (epiteliul tranzițional), celulele își schimbă forma ca răspuns la ____________________.

13. Atât endoteliul cât și mezoteliul sunt tipuri de ____________________.

14. Epiteliul alcătuit dintr-un singur strat de celule înalte, cu nucleul localizat în apropierea bazei, se numește ____________________.

15. Epidermul pielii este alcătuit dintr-un epiteliu numit ____________________.

16. Principala funcție a epiteliului stratificat pavimentos este ____________________.

17. Ureterul și vezica urinară conțin un epiteliu numit ____________________.

18. Glandele ce secretă hormoni direct în sânge se numesc ____________________.

19. Glandele exocrine își elimină produșii de secreție în ____________________.

20. Celula caliciformă este o glandă exocrină ____________________.

21. Exemple de glande pluricelulare sunt: glandele salivare, glandele mamare, pancreasul și ____________________.

22. Materialul vâscos produs de celulele caliciforme din tractul digestiv și căile aeriene se numește ____________________.

23. O glandă cu secreție seroasă produce o substanță de consistență apoasă ce conține adesea ____________________.

24. Glandele ce își elimină produșii de secreție prin exocitoză sunt denumite ____________________.

25. Glandele în care celulele se dezintegrează pentru a-și elibera secreția se numesc ____________________.

26. Glandele ce au canale de excreție ramificate se numesc ____________________.

27. În anumite locuri din organism apar membrane alcătuite din epiteliu și ____________________.

28. În cazul unei membrane mucoase, țesutul conjunctiv ce susține epiteliul și conține vase de sânge se numește ____________________.

29. Pleura, pericardul și peritoneul sunt exemple de membrane ____________________.

30. Țesuturile conjunctive se clasifică în patru tipuri majore pe baza caracteristicilor substanței fundamentale și ale ____________________.

31. Fibrele proteice din țesutul conjunctiv lax sunt secretate de celule numite ____________________.

32. În țesutul conjunctiv lax, procesul prin care macrofagele înglobează și distrug substanțele străine se numește ____________________.

33. Fibrele de colagen delicate, subțiri, ce susțin capilarele, nervii și celulele musculare în țesutul conjunctiv lax se numesc ____________________.

34. Țesutul conjunctiv dens, ordonat conține fascicule paralele de fibre de colagen și se găsește în ligamente și ____________________.

35. Țesutul conjunctiv dens, neordonat, este alcătuit din fibre de colagen dispuse în fascicule cu direcție aleatoare și acoperă cartilajele, oasele și ____________________.

36. Țesutul gras este un tip de țesut conjunctiv propriu-zis, denumit și ____________________.

37. Ligamentele dintre vertebre, corzile vocale și pereții vaselor mari de sânge conțin un țesut conjunctiv numit ____________________.

38. Celulele ce produc cartilajul sunt ____________________.

39. Cartilajul conține un amestec dens, de consistența cauciucului, de proteoglicani și celule, denumite ____________________.

40. Cel mai puțin rezistent tip de cartilaj, localizat la nivelul epifizei oaselor lungi, în trahee, bronhii și urechea externă, este ____________________.

41. Epiglota, urechea externă și trompa lui Eustache conțin un tip de cartilaj flexibil denumit ____________________.

42. Osul este mult mai rezistent decât cartilajul, mai ales pentru că matricea sa conține săruri de calciu și ____________________.

43. Hidroxiapatita se găsește preponderent în țesutul ____________________.

44. Componentele țesutului osos sunt sintetizate de către celule specializate numite ____________________.

45. La adulți, unitatea structurală de bază a osului compact este ____________________.

46. Substanța fundamentală este lichidă în țesutul numit ____________________.

47. Mușchiul scheletic este atașat de schelet; aflându-se sub control nervos conștient, se mai numește și ____________________.

48. Celulele mușchiului scheletic prezintă striații microscopice; de aceea, mușchiul scheletic mai este numit și ____________________.

49. Mușchiul aflat în structura inimii și în peretele vaselor mari din imediata sa vecinătate este un tip special de mușchi numit ________________.

50. Celulele nevroglice și neuronii sunt cele două tipuri principale de celule din ________________.

SECȚIUNEA B – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Următoarele sunt funcții ale țesutului nervos, *cu excepția*
   A. coordonării activităților conștiente
   B. recepționării și transmiterii semnalelor
   C asigurării suportului organismului
   D răspunsului la stimuli

2. Multe dintre glandele din organismul uman sunt alcătuite în principal din
   A. țesuturi musculare
   B. țesuturi epiteliale
   C. țesut sanguin
   D. țesut nervos

3. Următoarele sisteme sunt tapetate de țesut epitelial, *cu excepția*
   A. sistemului reproducător
   B. sistemului urinar
   C. sistemului respirator
   D. scheletului

4. Joncțiunile celulare ce nu permit trecerea substanțelor dintr-o celulă în alta se numesc
   A. desmozomi
   B. joncțiuni strânse
   C. joncțiuni comunicante
   D. joncțiuni macrofagice

5. Glicoproteinele transmembranare unesc celulele între ele, cu păstrarea unui spațiu de dimensiuni electronomicroscopice între membranele celulare adiacente, în
   A. desmozomi
   B. joncțiunile strânse
   C. joncțiunile conjunctive
   D. lamina propria

6. Una din funcțiile importante ale țesutului epitelial este
   A. transmiterea de impulsuri nervoase
   B. depozitarea grăsimilor
   C. susținerea greutăților
   D. absorbția gazelor sau a nutrimentelor

7. Epiteliul simplu pavimentos este alcătuit din
   A. un singur strat de celule înalte
   B. mai multe straturi de celule diferite
   C. un singur strat de celule plate
   D. câteva straturi de celule cubice

8. Epiteliul în care celulele își schimbă forma în urma distensiei mecanice se numește
   A. epiteliu tranzițional (uroteliu)
   B. epiteliu pseudostratificat
   C. epiteliu stratificat
   D. epiteliu cubic

9. Una din principalele localizări ale epiteliului stratificat pavimentos este
   A. zona medulară a rinichiului
   B. la nivelul trompelor uterine
   C. epidermul pielii
   D. țesutul nervos din creier

10. Glandele exocrine sunt acele glande care
    A. produc hormoni
    B. își secretă produșii direct în sânge
    C. sunt numite și glande fără canal de excreție
    D. își elimină produsul de secreție prin canale

11. Glandele salivare, mamare și sudoripare sunt denumite generic
    A. glande caliciforme
    B. glande pluricelulare
    C. glande unicelulare
    D. glande endocrine

12. Secreția seroasă diferă de cea mucoasă prin faptul că
    A. este mai vâscoasă
    B. este mai apoasă
    C. nu conține enzime
    D. este produsă exclusiv de către celulele caliciforme

13. Glandele al căror produs de secreție este eliminat din celule prin exocitoză se numesc
    A. glande exocrine
    B. glande holocrine
    C. glande pluricelulare
    D. glande merocrine

14. Următoarele sunt straturi ale membranelor mucoase, *cu excepția*
    A. laminei propria
    B. epiteliului
    C. cartilajului
    D. muscularei mucoasei

15. Macrofagele, mastocitele şi limfocitele pot fi întâlnite în
    A. sânge
    B. ţesutul conjunctiv lax
    C. ţesutul nervos
    D. ţesutul conjunctiv dens

16. Fibrele de reticulină sunt fibre delicate de colagen, întâlnite în organe moi, unde oferă suport pentru
    A. celulele organului respectiv, fibrele nervoase, celulele musculare şi capilare
    B. oase
    C. celulele sanguine
    D. citoscheletul celulelor

17. Tendoanele şi ligamentele sunt rezistente pentru că sunt alcătuite din
    A. cartilaj hialin
    B. hidroxiapatită
    C. muşchi scheletic
    D. ţesut conjunctiv dens ordonat

18. Celulele ţesutului adipos apar microscopic sub forma unor
    A. celule cu numeroşi nuclei
    B. celule cu nucleul şi citoplasma dispuse la periferia celulei
    C. celule înconjurate de striaţii
    D. celule alungite cu mai multe prelungiri scurte şi o prelungire unică lungă

19. Grăsimea depozitată în ţesutul adipos este utilă
    A. în sinteza proteinelor
    B. în sinteza nucleilor
    C. ca sursă de energie
    D. ca sursă de minerale

20. Cel mai des întâlnit tip de cartilaj din organismul uman, ce intră în componenţa urechii externe, a nasului, traheei şi a bronhiilor este
    A. cartilajul elastic
    B. cartilajul hialin
    C. cartilajul fibros
    D. cartilajul osos

21. Care din următoarele caracteristici se aplică în cazul cartilajelor?
    A. Substanţa fundamentală este alcătuită preponderent din carbohidraţi
    B. Există un singur tip de cartilaj în organismul uman
    C. Cartilajul nu prezintă vase de sânge
    D. Cartilajul nu este niciodată înlocuit de os

22. Substanţa fundamentală a osului este alcătuită din hidroxiapatită, care este
    A. clorură de sodiu
    B. permanganat de potasiu
    C. clorură de bismut
    D. fosfat de calciu

23. Principalele celule formatoare de os sunt
    A. osteocitele
    B. osteoclastele
    C. osteoblastele
    D. osteofagele

24. Următoarele sunt funcții ale sângelui, *cu excepția*
    A. transportul produșilor reziduali ai celulelor
    B. este un loc de desfășurare al reacțiilor de apărare a organismului
    C. este locul în care sunt sintetizați carbohidrații
    D. transportul nutrienților și a gazelor către celule

25. Neuronii senzitivi
    A. primesc impulsuri și le transmit spre sistemul nervos central
    B. interpretează stimulii proveniți din mediul extern
    C. transportă impulsuri de la sistemul nervos central înspre mușchi
    D. stimulează secreția de hormoni ai glandelor endocrine

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Țesutul ce acoperă suprafața organismului se numește țesut conjunctiv.

2. Joncțiunile aderențiale sunt dispuse de jur împrejurul celulelor și sunt formate prin fuziunea membranelor celulare adiacente, cu întrepătrunderea proteinelor membranare.

3. Desmozomii sunt un tip de joncțiune intercelulară în care există un spațiu de dimensiuni electronomicroscopice între membranele celulare adiacente, iar glicoproteine transmembranare leagă celulele între ele.

4. Epiteliul simplu cubic poate fi întâlnit în epiteliul pigmentar al retinei, pe suprafața ovarului și în anumite părți din testicul.

5. Traheea și căile aeriene superioare, precum și anumite porțiuni din căile reproducătoare masculine, sunt căptușite cu un epiteliu stratificat pavimentos.

6. Epiteliul stratificat cubic prezintă mai multe straturi de celule cubice și poate fi întâlnit în tubii testiculari și în foliculii ovarieni.

7. Glandele exocrine își elimină produsul de secreție în sânge.

8. Materialul vâscos denumit mucus este constituit în principal din proteine și grăsime.

9. Glandele suprarenale produc atât mucus, cât și un lichid seros ce conține enzime, fiind așadar cunoscute sub numele de glande seromucoase.

10. Glandele merocrine își eliberează secreția prin dezintegrarea celulelor ce le compun.
11. Glandele cu ducte de excreție ramificate sunt denumite glande simple.
12. Membranele mucoase căptușesc cavitățile interne ale corpului și acoperă organele interne din cavitatea toracică și abdomino-pelvină.
13. Pleura, pericardul și peritoneul sunt exemple de membrane seroase.
14. Celulele producătoare de matrice aflate în țesutul conjunctiv lax sunt osteoblastele.
15. Celulele fagocitare ce înglobează substanțe străine în țesuturile conjunctive se numesc macrofage.
16. Colagenul este un polizaharid ce alcătuiește fibrele flexibile și rezistente la tensiune, ce se află în țesutul conjunctiv lax.
17. Tendoanele late formate din țesut conjunctiv dens ordonat, se numesc ligamente.
18. Țesutul conjunctiv care conține fibre delicate, aranjate într-o rețea de suport pentru celulele organelor moi, precum ficatul sau splina, se numește țesut conjunctiv elastic.
19. Condroblastele sunt celule foarte răspândite în țesutul muscular neted.
20. Osul compact se găsește la nivelul diafizelor oaselor lungi.
21. Sângele este un țesut conjunctiv specializat, pentru că substanța sa fundamentală este lichidă.
22. Mușchii netezi se află sub control voluntar.
23. Discurile intercalare sunt un tip de joncțiuni specializate regăsite în mușchiul scheletic.
24. Celulele cu rol de suport, întâlnite în țesutul nervos, se numesc celule nevroglice.
25. Neuronii motori recepționează impulsuri din mediul extern și le conduc către sistemul nervos central.

SECȚIUNEA D – Studiu de caz

Bert are sindromul Marfan, o afecțiune genetică provocată de incapacitatea de a sintetiza proteine esențiale ce apar în țesutul conjunctiv elastic. Ca atare, țesutul conjunctiv elastic din corpul lui Bert se întinde mai mult decât cel normal, și nu este la fel de rezistent. Deși acest sindrom este asociat cu unele semne și simptome ce nu pun viața în pericol, precum membre lungi și încheieturi exagerat de mobile, el poate să producă și situații extrem de grave din cauza efectelor ce po să apară într-o altă zonă în care este prezent țesutul conjunctiv elastic. Care este locul în care acest sindrom poate produce efecte ce îi pot amenința viața lui Bert? Explicați de ce.

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A - Completare

1. epiteliu
2. substanță fundamentală
3. mișcării
4. semnale
5. mitoză
6. membranei bazale
7. joncțiuni strânse
8. joncțiuni comunicante („gap")
9. desmozomi
10. epitelii glandulare
11. epitelii simple
12. întindere
13. epitelii simple pavimentoase
14. epiteliu simplu cilindric
15. epiteliu stratificat pavimentos
16. protecția / de protecție
17. epiteliu tranzițional (uroteliu)
18. glande endocrine
19. canale / ducte
20. unicelulară
21. glandele sudoripare
22. mucus
23. enzime
24. glande merocrine
25. glande holocrine
26. glande compuse
27. țesut conjunctiv
28. lamina proprie (corion)
29. seroase
30. matricei
31. fibroblaste
32. fagocitoză
33. fibre de reticulină
34. tendoane
35. mușchii
36. țesut adipos
37. țesut conjunctiv elastic
38. condroblastele
39. condrocite
40. cartilajul hialin
41. cartilaj elastic
42. fosfați
43. osos
44. osteoblaste
45. osteonul
46. sânge
47. mușchi voluntar
48. mușchi striat
49. mușchi cardiac
50. țesutul nervos

SECȚIUNEA B - Întrebări cu răspuns la alegere

1. C	6. D	11. B	16. A	21. C
2. B	7. C	12. B	17. D	22. D
3. D	8. A	13. D	18. B	23. C
4. B	9. C	14. C	19. C	24. C
5. A	10. D	15. B	20. B	25. A

SECȚIUNEA C – Adevărat/Fals

1. epitelial
2. strânse
3. A
4. A
5. pseudostratificat cilindric
6. A
7. canale / ducte
8. polizaharide
9. salivare
10. holocrine
11. compuse
12. seroase
13. A
14. fibroblastele
15. A
16. o proteină
17. aponevroze
18. reticulat
19. cartilaj
20. A
21. A
22. involuntar
23. cardiac
24. A
25. senzitiv

SECȚIUNEA D – Studiu de caz

Aorta, cea mai mare dintre artere, prezintă țesut conjunctiv elastic în componența peretelui. Deoarece peretele aortei este slăbit în sindromul Marfan, el se poate rupe, putând duce la deces printr-o hemoragie internă masivă.



5

Sistemul tegumentar

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie pielea şi anexele sale. Parcurgând acest capitol, veţi învăţa să:

- identificaţi funcţiile pielii;
- faceţi diferenţa între caracteristicile şi funcţiile diferitelor zone ale pielii, inclusiv straturile epidermului şi regiunile dermului;
- identificaţi anexele pielii;
- identificaţi caracteristicile şi tipurile firului de păr;
- caracterizaţi creşterea firului de păr şi a unghiilor;
- deosebiţi diferitele tipuri de glande ce se găsesc în piele;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Sistemul tegumentar este alcătuit din piele și o serie de anexe precum părul, unghiile și anumite glande.

Pielea este cel mai important organ al sistemului tegumentar. Ea este, de asemenea, cel mai mare organ al corpului uman, greutatea ei constituind aproximativ 15% din greutatea totală a corpului. Ea reprezintă o barieră protectivă și autoregenerantă între organism și mediul extern.

PIELEA

Pielea îndeplinește numeroase funcții esențiale în organism. Aceste funcții sunt foarte variate.

FUNCȚIILE SISTEMULUI TEGUMENTAR

Sistemul tegumentar, în special pielea, îndeplinește funcții asociate cu menținerea homeostaziei și supraviețuirea organismului. Una din cele mai importante funcții este cea de **protecție**. Pielea protejează organismul împotriva pierderilor sau absorbției de lichide, precum și împotriva invaziei microorganismelor sau a altor factori iritanți mecanici și fizici.

Figura 5.1 prezintă o secțiune transversală prin piele. Funcția sa de protecție este exercitată prin formarea a trei bariere:

1. suprafața pielii alcătuiește o barieră fizică împotriva infecțiilor;
2. stratul extern al epidermului conține un strat impermeabil alcătuit dintr-o proteină denumită cheratină, care constituie o barieră împotriva substanțelor hidrosolubile;
3. membrana bazală a epidermului este o barieră mecanică pentru protecția structurilor situate sub el.

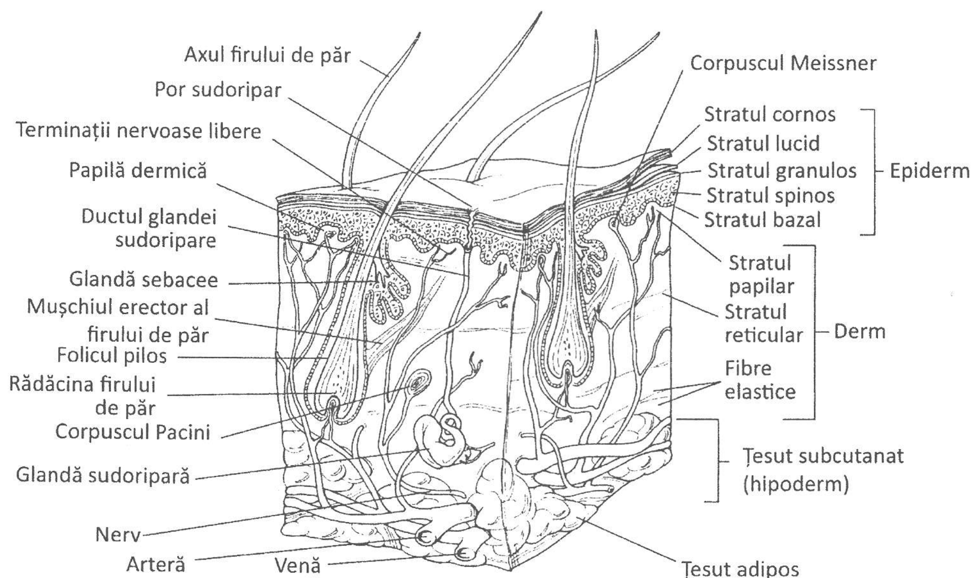


FIGURA 5.1 O privire de ansamblu asupra pielii și a stratului subcutanat.

O altă formă de protecție este asigurată de către **melanină**, un pigment ce protejează pielea împotriva razelor solare ultraviolete. Melanina este sintetizată de către celule specializate numite **melanocite**. Pielea este cu atât mai întunecată cu cât cantitatea de melanină prezentă e mai mare. Incapacitatea de a produce melanină are ca rezultat o afecțiune numită **albinism**.

O altă funcție a sistemului tegumentar este **reglarea temperaturii**, pielea permițând eliminarea căldurii prin evaporare, radiație, convecție și conducție (Capitolul 21). Căldura se pierde la suprafața pielii și prin transpirație. Pe de altă parte, pielea poate contribui și la conservarea temperaturii prin reducerea transpirației și constricția vaselor de sânge. Glandele aflate în piele excretă apă, substanțe lipidice și ioni precum cei de sodiu, sub forma transpirației.

Metabolismul este o altă funcție a pielii. În prezența razelor solare ultraviolete se sintetizează vitamina D din molecule precursoare ce se acumulează la nivelul pielii (Tabelul 5.1). Aceste molecule precursoare pot fi obținute și din lapte sau alte alimente. Finalizarea sintezei de vitamină D are loc în rinichi.

TABELUL 5.1 FUNCȚIILE CELE MAI IMPORTANTE ALE PIELII

- Protejează țesuturile de dedesubt
- Contribuie la reglarea temperaturii corpului
- Primește stimuli din mediul înconjurător
- Sintetizează vitamina D

Sistemul tegumentar poate, de asemenea, să **absoarbă** anumite substanțe aplicate pe piele, precum vitaminele liposolubile A, E și K. Glandele pielii eliberează și hormoni steroizi, care apoi sunt reabsorbiți de țesuturile tegumentare.

O ultimă funcție a sistemului tegumentar este reprezentată de **comunicare**. Stimulii proveniți din mediul înconjurător acționează asupra unor receptori tegumentari specializați, care comunică informația primită sistemului nervos central. Acești receptori detectează senzații precum presiunea, durerea, atingerea și temperatura.

STRUCTURA PIELII

Cele două mari straturi ale pielii sunt **epidermul** și **dermul**. Limita dintre aceste straturi este ondulată (Figura 5.1). Epidermul este stratul extern, mai subțire, iar dermul se află la interior, fiind mai gros. **Joncțiunea derm-epiderm** este regiunea în care celulele epidermului se întâlnesc cu celulele țesutului conjunctiv al dermului. Sub derm se află un țesut subcutanat bogat în grăsime și țesut areolar. Acest strat numit **hipoderm**, este structurat de **fascia superficială**. Hipodermul nu este o componentă propriu-zisă a pielii, ci face parte din țesuturile pe care aceasta le acoperă.

EPIDERMUL

Epidermul pielii este alcătuit din epiteliu stratificat pavimentos. Nu conține vase sanguine, iar celulele sunt strâns unite între ele. La nivelul **pielii subțiri**, care acoperă majoritatea corpului, epidermul prezintă patru straturi; în **pielea groasă**, ca de exemplu cea care acoperă palmele și tălpile, epidermul are cinci straturi.

Stratul cel mai intern al epidermului, situat pe membrana bazală, este **stratul bazal**, denumit şi **strat germinativ**. Acesta este format dintr-un singur strat de celule în care au loc diviziuni celulare active. Celulele nou formate în acest strat migrează în stratul următor pe măsură ce se maturează. Multe din celulele stratului bazal sunt **melanocite**, ce sintetizează melanina. Altele sunt **cheratinocite**, tipul predominant de celule din epiderm, care produc **cheratină** pentru a impermeabiliza epidermul. Un alt tip de celule întâlnite aici sunt **celulele Merkel**, care sunt sensibile la atingere. Aceste celule reprezintă un tip de receptor senzitiv, dar în derm se găsesc şi alţi receptori senzitivi. În stratul bazal se găsesc şi **celule dendritice epidermice**, care aparţin sistemului imunitar.

DE REŢINUT
Stratul extern al pielii se numeşte epiderm şi este alcătuit din epiteliu stratificat pavimentos. Acesta acoperă dermul, care constă din ţesut conjunctiv. Sub derm se află hipodermul, care aparţine de fapt ţesuturilor subiacente.

Următorul strat al epidermului, localizat mai superficial, este **stratul spinos** (Figura 5.2). Acest strat este alcătuit din cheratinocite ce au un aspect spinos pe preparatele histologice. „Spinii" sunt, de fapt, punctele în care celulele aderă între ele prin intermediul **desmozomilor** (Capitolul 4). Cheratina este sintetizată în acest strat de către cheratinocite. În stratul spinos au loc mai puţine diviziuni celulare decât în stratul bazal.

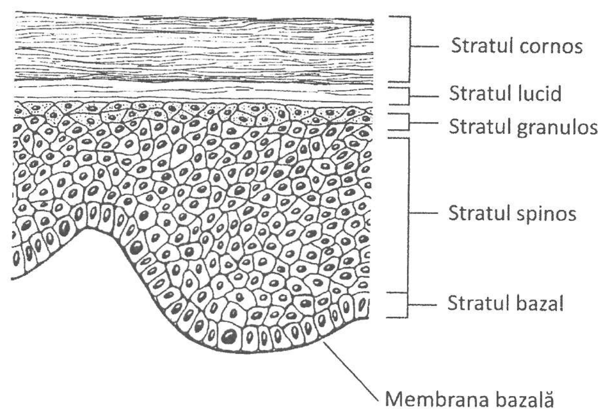


FIGURA 5.2 Straturile epidermului. Stratul lucid apare doar în zona palmelor şi a tălpilor.

Următorul strat spre suprafaţă este **stratul granulos**. Acest strat este alcătuit din celule aplatizate, cu granule ce conţin o substanţă numită **cheratohialin**, care este un produs preliminar în formarea cheratinei. Stratul granulos conţine atât cheratohialin, cât şi cheratină, în cantităţi mari. Celulele din acest strat sunt dispuse pe 3-5 rânduri şi, pe măsură ce mor, sunt înlocuite de cheratină şi cheratohialin.

Stratul de deasupra stratului granulos se numeşte **stratul lucid**, el apărând doar la nivelul pielii groase. Celulele din acest strat sunt strâns unite şi au citoplasma clară, iar cheratinocitele pe care le conţine sunt în general moarte şi nu au nuclei. Ele conţin o substanţă transparentă numită **eleidină**, care se formează din cheratohialin; eleidina se va transforma, în final, în cheratină.

Cel mai superficial strat al epidermului este **stratul cornos** (Tabelul 5.2). Acest strat este alcătuit din până la 25 de rânduri de celule pavimentoase moarte, care se descuamează încontinuu. Cheratina intracelulară, care la acest nivel înlocuieşte aproape în to-

talitate citoplasma, impermeabilizează suprafața epiteliului, iar celulele formează o barieră împotriva infecțiilor și leziunilor mecanice. Cheratinocitele sunt unite între ele prin desmozomi, ceea ce conferă rezistență acestui strat.

Celulele din stratul cornos provin din celulele produse în stratul bazal. Pe măsură ce acestea se apropie de suprafața corpului, acumulează cheratină și mor. Astfel, celulele din epiderm sunt înlocuite de jos în sus. În epiderm nu se găsesc vase de sânge, dar sunt prezente câteva terminații nervoase. Îngroșarea stratului cornos apărută ca reacție la fricțiune se numește **hipercheratoză**; această îngroșare va duce la apariția calusului.

TABELUL 5.2 STRATURILE EPIDERMULUI

Strat	Caracteristici
Stratul bazal (germinativ)	Stratul cel mai profund; Un singur rând de celule cubice sau cilindrice; Este locul în care se produce regenerarea epiteliului; Conține singurele celule din epiderm care primesc nutrimente; Celulele se divid încontinuu și migrează spre suprafața corpului.
Stratul spinos	Multe cheratinocite cu aspect spinos; Puțină cheratină.
Stratul granulos	3-5 rânduri de celule aplatizate; Locul formării cheratohialinului și a cheratinei.
Stratul lucid	Apare doar în pielea groasă a palmelor și a tălpilor; Conține celule moarte clare și aplatizate; Celulele conțin eleidină.
Stratul cornos	Stratul cel mai superficial al epidermului; Conține 25-30 de rânduri de celule moarte, plate, ce conțin cheratină; Se descuamează și este încontinuu reînnoit.

Celulele epidermului primesc substanțe nutritive prin intermediul vaselor sanguine din derm. Deoarece receptorii senzitivi sunt localizați în derm, căldura, frigul, presiunea sau alți stimuli trebuie să străbată epidermul pentru a ajunge la ei. Cu toate acestea, receptorii pentru atingere (celulele Merkel) și cei pentru senzații dureroase se extind în epiderm și sunt stimulați mai ușor decât ceilalți receptori.

DERMUL

Cel de-al doilea strat important al pielii, **dermul**, este legat și comunică cu epidermul prin intermediul membranei bazale (Capitolul 4). Cele două straturi sunt unite și prin intermediul unor elemente fibroase specializate și al unor substanțe polizaharidice. Aceste structuri împiedică intrarea în derm a moleculelor de dimensiuni mari sau a microorganismelor. Dermul trimite înspre epiderm niște proiecții, numite **papile dermice** și formează creste ce contribuie la ancorarea celor două straturi.

Dermul prezintă două straturi: stratul papilar și stratul reticular. **Stratul papilar** conține țesut conjunctiv lax, areolar, ce conține macrofage, vase de sânge, fibroblaste, receptori senzoriali și alte celule. Numărul de vase sanguine este ridicat, acest strat asigurând nutriția celulelor epidermului. **Stratul reticular** conține glande sebacee, celule

adipoase, glande sudoripare și vase sanguine cu diametru mai mare. Atât dermul papilar, cât și cel reticular, conțin receptori pentru durere, presiune, temperatură și receptori tactili. Stratul reticular conține și fibre conjunctive cu multiple traiectorii.

Pielea datorează o mare parte din rezistența sa mecanică dermului. Acesta protejează împotriva leziunilor și constituie un rezervor de apă și electroliți. Pe lângă acestea, în acest strat al pielii se găsesc foliculi piloși, glande sebacee, fibre musculare, receptori senzitivi și multe vase de sânge. Tabelul 5.3 prezintă, pe scurt, organele sistemului tegumentar.

DE REȚINUT
Dermul este bogat vascularizat și inervat, pe când epidermul nu dispune de vase sanguine și conține doar puține terminații nervoase.

Foliculii piloși au atașați mușchi netezi, numiți **mușchii erectori ai firului de păr.** Acești mușchi le permit firelor de păr să se așeze perpendicular pe piele în situații de stres și de frig intens.

TABELUL 5.3 ORGANELE SISTEMULUI TEGUMENTAR

Organul	Funcțiile principale
Epidermul	Protejează țesuturile de dedesubt
Dermul	Hrănește epidermul Conferă rezistență
Foliculul pilos • **Firul de păr** • **Glanda sebacee**	Produce firul de păr Rol senzitiv, oferă o protecție limitată capului și pielii Secretă lipide ce lubrifiază firul de păr
Glanda sudoripară	Produce transpirație în scopul răcirii prin evaporare
Unghia	Protejează și întărește vârful degetelor
Receptorii senzoriali	Furnizează senzațiile la atingere, presiune, temperatură și durere
Fascia superficială	Depozitează grăsime

ANEXELE PIELII

Câteva structuri specializate provin din piele, în special din epiderm. Aceste structuri, sau anexe ale pielii, au diverse funcții în organism.

FIRUL DE PĂR

Una din anexele importante ale pielii este reprezentată de **firele de păr** (Figura 5.3). Firele de păr se pot întâlni pe întreaga suprafață a corpului, cu excepția pleoapelor, palmelor, tălpilor și a buzelor, și au rol senzitiv și protector. Un **fir de păr** constă dintr-un **ax** ce se extinde în exteriorul pielii și o **rădăcină** aflată în interiorul unui folicul pilos. Un **folicul pilos** este alcătuit dintr-o grupare de celule epidermice care se extind în derm, formând o mică structură tubulară.

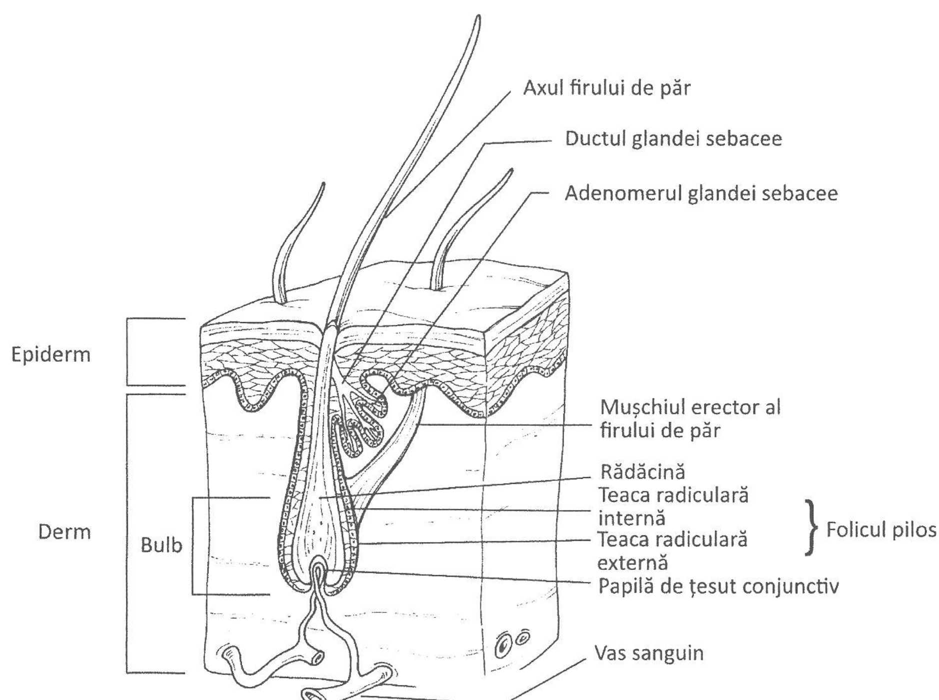


FIGURA 5.3 Reprezentarea schematică a structurilor asociate firului de păr.

La baza foliculului pilos se găsește o porțiune mai dilatată, numită **bulb**, în care pătrund țesut conjunctiv, vase de sânge și nervi, pentru a forma papila dermică. Această papilă furnizează substanțe nutritive firului de păr. Fiecare fir de păr este asociat cu o glandă sebacee, un mușchi erector al firului de păr și cu terminații nervoase.

DE REȚINUT
Foliculii piloși sunt derivate ale epidermului, prezente în derm.

Firul de păr rezultă din proliferarea celulelor din stratul bazal, prezente în bulb. Celulele nou formate le împing pe cele precedente de-a lungul foliculului, facilitând astfel creșterea firului de păr. Aceste celule se cheratinizează și mor, formând axul firului de păr. Vasele sanguine din papilă hrănesc celulele din stratul bazal. Axul firelor de păr se rupe în mod regulat, fiind înlocuit continuu în urma fenomenelor de creștere descrise mai sus, ce au loc în folicul. **Alopecia** este o afecțiune rezultată din creșterea deficitară sau absentă a firului de păr, provocată de factori genetici, leziuni ale scalpului, diverse boli, carențe alimentare, hormoni sau tratamente medicamentoase. Iritațiile pot reduce sau stimula creșterea firului de păr. Dacă iritația este însoțită de creșterea fluxului sanguin, creșterea părului va fi stimulată.

Formarea părului începe încă dinaintea nașterii, având drept rezultat fire de păr moi și foarte subțiri, denumite **lanugo**, ce apar pe pielea fătului. Majoritatea acestor fire dispar în perioada prenatală, fiind înlocuite după naștere cu fire mai rezistente, pigmentate. Firele de păr mai groase, ce apar la pubertate în zona axilară și cea pubiană, sunt denumite **pilozitate terminală**.

UNGHIILE

Unghiile sunt structuri cu rol de protecție aflate la nivelul degetelor de la mâini și de la picioare, formate prin multiplicarea celulelor aflate într-un pliu al epidermului, înfundat în derm. Aceste celule produc cheratină, ce se dispune sub forma unei plăci dispuse pe un pat unghial ce conține vase de sânge. La capătul proximal, unghia este parțial acoperită de către **cuticulă**. În apropierea cuticulei se află o zonă semicirculară de culoare albicioasă, **lunula** (Figura 5.4).

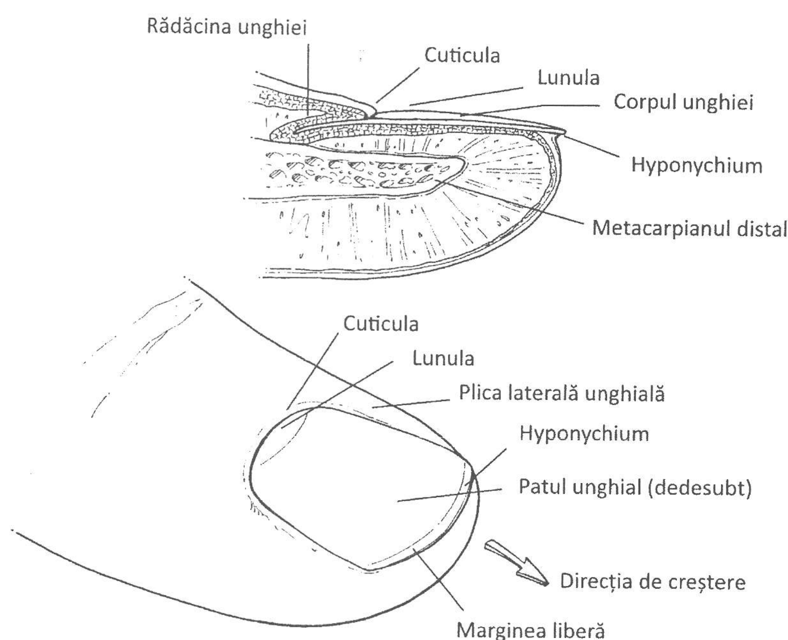


FIGURA 5.4 Structurile asociate unghiei unui deget.

Unghiile conțin proteine produse de către celulele aflate sub cuticulă, la baza unghiei. Înainte ca aceste celule să moară, ele acumulează cheratină, care va constitui unghia. Unghiile protejează și conferă rezistență structurală vârfurilor degetelor.

GLANDELE

Glandele prezente în piele se împart în două mari categorii: glande sudoripare și glande sebacee. **Glandele sudoripare** sunt cele mai numeroase, fiind clasificate în glande sudoripare eccrine și apocrine.

Glandele sudoripare eccrine sunt răspândite pe toată suprafața corpului. Ele produc transpirație (sudoare), care este eliminată prin intermediul unor ducte. Transpirația apoasă, transparentă, produsă de acest tip de glande este importantă pentru menținerea echilibrului termic. Și **glandele sudoripare apocrine** își eliberează secreția în ducte, însă în cursul acestui proces sunt eliminate și porțiuni din celulele secretoare, sub formă de vezicule. Aceste glande au dimensiuni mai mari, se găsesc predominant la nivelul zonelor axilare și inghinale și secretă o substanță albă, translucidă, odorată. Secreția aceasta reprezintă un bun mediu de cultură pentru diverse bacterii, care vor produce

substanțe cu un miros caracteristic. Glandele sudoripare apocrine sunt activate de stimuli sexuali și emoționali.

Alte două tipuri de glande apocrine cutanate, altele decât glandele sudoripare, sunt glandele ceruminoase și glandele mamare. **Glandele ceruminoase** sunt localizate în canalul auditiv, producând **cerumen**, sau ceară. Cerumenul, fiind vâscos, captează substanțele străine și microorganismele înainte ca acestea să progreseze către urechea internă. **Glandele mamare** sunt glande apocrine specializate, modificate în vederea secreției de lapte (Capitolul 23).

Al doilea tip major de glande, **glandele sebacee**, secretă o substanță numită **sebum**, de obicei în interiorul foliculului pilos. Sebumul conține în principal lipide și substanțe uleioase ce păstrează părul suplu și pielea moale și flexibilă, prevenind în același timp pierderile de apă în exces. Sebumul are și proprietăți antibacteriene.

Glandele sebacee sunt glande alveolare simple (Capitolul 4). Ele sunt clasificate și ca glande holocrine, pentru că secreția are loc prin dezintegrarea celulelor. Un exemplu de afecțiune a glandelor sebacee este acneea.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale pielii.

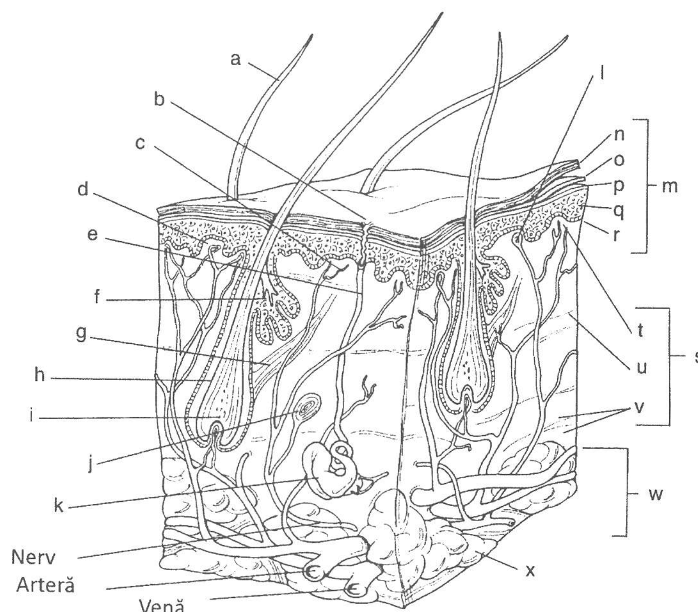


FIGURA 5.5

__ 1. Țesut adipos
__ 2. Mușchiul erector al firului de păr
__ 3. Papilă dermică
__ 4. Derm
__ 5. Ductul glandei sudoripare
__ 6. Fibre elastice
__ 7. Epiderm
__ 8. Terminații nervoase libere
__ 9. Folicul pilos
__10. Rădăcina firului de păr
__11. Axul firului de păr
__12. Corpusculul Meissner
__13. Corpusculul Pacini
__14. Stratul papilar al dermului
__15. Stratul reticular al dermului
__16. Glandă sebacee
__17. Stratul bazal
__18. Stratul cornos
__19. Stratul granulos
__20. Stratul lucid
__21. Stratul spinos
__22. Țesut subcutanat (hipoderm)
__23. Glandă sudoripară
__24. Por sudoripar

SECȚIUNEA B – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Sistemul tegumentar este compus din piele și anexele sale, precum părul, unghiile și ________________.

2. Cel mai mare organ din corpul uman este _______________.
3. Pielea reprezintă aproximativ _______________% din greutatea corporală totală.
4. Pielea protejează organismul împotriva pierderilor lichidiene și servește ca barieră împotriva _______________.
5. Substanțele hidrosolubile nu pot pătrunde în organism, deoarece pielea conține o proteină impermeabilă denumită _______________.
6. La baza epidermului, o barieră de protecție este reprezentată de _______________.
7. Pigmentul care se formează în piele se numește _______________.
8. Pigmenții cutanați protejează organismul împotriva radiațiilor _______________.
9. Pigmenții cutanați sunt sintetizați de celule specializate numite _______________.
10. Când organismul nu poate produce melanină, afecțiunea care apare se numește _______________.
11. Căldura se pierde la suprafața corpului prin transpirație, în urma procesului de _______________.
12. Pielea conservă căldura, reducând cantitatea de transpirație secretată și prin constricția _______________.
13. Glandele din piele eliberează apă și substanțe lipidice în procesul de _______________.
14. Radiația solară ultravioletă declanșează în piele sinteza vitaminei _______________.
15. Printre substanțele absorbite de piele se numără și vitaminele liposolubile E, K și _______________.
16. Pielea absoarbe anumiți hormoni steroizi secretați de _______________.
17. Stimulii din mediul extern acționează asupra unor _______________ specializați.
18. Pielea detectează senzații precum presiunea, atingerea, temperatura și _______________.
19. Configurația limitei dintre epiderm și derm este _______________.
20. Dermul este stratul intern, mai gros, al pielii, pe când epidermul este stratul _______________.
21. Stratul subcutanat bogat în grăsime, aflat sub derm, se numește _______________.
22. În epiderm, celulele sunt aranjate în _______________.

23. Epidermul este alcătuit din _______________.

24. Epidermul pielii subțiri are _______________ straturi.

25. Epidermul pielii groase are _______________ straturi.

26. Stratul cel mai profund al epidermului, așezat pe membrana bazală, se numește _______________.

27. Un alt nume pentru stratul germinativ este _______________.

28. Melanocitele, celule ce sintetizează melanina, se găsesc în stratul _______________ al epidermului.

29. Cele mai frecvent întâlnite celule epidermice sunt _______________.

30. Cheratina este produsă de către _______________.

31. Stratul aflat deasupra celui bazal se numește _______________.

32. Celulele dendritice epidermice au funcție imunitară și se găsesc în _______________.

33. La nivelul pielii groase, celule strâns unite între ele și cheratinocite moarte se pot întâlni în stratul _______________.

34. Substanța transparentă ce apare intermediar în procesul de transformare a cheratohialinului în cheratină este _______________.

35. Stratul superficial al epidermului se numește _______________.

36. Celulele stratului extern al epidermului sunt bogate în substanța impermeabilă numită _______________.

37. Cheratinocitele din stratul cornos sunt unite între ele prin joncțiuni denumite _______________.

38. Majoritatea celulelor stratului cornos derivă din celule produse în stratul _______________.

39. Stratul cornos se îngroașă ca reacție la fricțiune, prin procesul denumit _______________.

40. Celulele epidermului primesc nutrimente din vasele de sânge aflate în _______________.

41. Crestele de la limita dintre epiderm și derm se numesc _______________.

42. Stratul dermului care conține celule adipoase, glande sudoripare și vase de sânge se numește _______________.

43. Stratul papilar al dermului conține țesut conjunctiv lax sau _______________.

44. Majoritatea receptorilor cutanați se află în _______________.

45. Cele două structuri principale ale firului de păr sunt axul şi _______________.

46. Fiecare fir de păr este asociat cu terminaţii nervoase, o glandă sebacee şi un muşchi denumit _______________.

47. Unghia este alcătuită dintr-o proteină numită _______________.

48. Capătul proximal al unghiei este acoperit de un ţesut denumit _______________.

49. Cele mai numeroase glande cutanate sunt glandele _______________.

50. Canalul auditiv conţine glande _______________.

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiţi litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmaţii.*

1. Care din următoarele afirmaţii despre piele este adevărată?
   A. pielea reprezintă aproximativ 35% din greutatea totală a corpului
   B. pielea are funcţie de suport pentru alte organe
   C. pielea este cel mai mare organ
   D. pielea nu prezintă pigmenţi

2. Cheratina
   A. împiedică pătrunderea microorganismelor
   B. este o barieră împotriva ionilor şi a sărurilor
   C. formează o barieră împotriva substanţelor hidrosolubile
   D. este un pigment

3. Pielea menţine căldura corporală prin
   A. reducerea secreţiei de transpiraţie
   B. producerea de hormoni ce îmbunătăţesc toleranţa la căldură
   C. diviziuni mitotice rapide
   D. producerea de cerumen de către glandele ceruminoase

4. Melanina
   A. este esenţială în producerea vitaminei D
   B. protejează pielea împotriva radiaţiilor ultraviolete
   C. este esenţială în sinteza stratului bazal
   D. este utilizată în producerea cheratinei

5. Una din funcţiile pielii este absorbţia de
   A. enzime digestive
   B. ioni de sodiu
   C. molecule de cartilaj
   D. vitamina D

6. Următoarele sunt mecanisme prin care se disipează căldura, *cu excepţia*
   A. evaporării
   B. osmozei
   C. conducţiei
   D. convecţiei

7. Fascia superficială se află
   A. între stratul bazal și stratul spinos
   B. sub derm
   C. în stratul germinativ
   D. lângă glandele sebacee

8. Un alt nume al stratului germinativ este
   A. derm
   B. membrană bazală
   C. strat capilar
   D. strat bazal

9. Joncțiunile intercelulare ce apar în stratul spinos sunt denumite
   A. desmozomi
   B. joncțiuni „gap"
   C. joncțiuni reticulare
   D. papilozomi

10. Două celule importante aflate în stratul bazal sunt
    A. celulele rădăcinii și celulele papilare
    B. celulele lunulare și celulele sudoripare
    C. melanocitele și cheratinocitele
    D. celulele piloase și celulele glandulare

11. Epidermul are cinci straturi la nivelul
    A. brațelor și picioarelor
    B. feței și gâtului
    C. palmelor și tălpilor
    D. degetelor de la mâini și picioare

12. Întâlnim aproximativ 25 de straturi de celule pavimentoase moarte în
    A. derm
    B. stratul cornos
    C. stratul granulos
    D. desmozomi

13. Stratul reticular al dermului conține următoarele componente, *cu excepția*
    A. celulelor adipoase
    B. țesutului conjunctiv lax
    C. vaselor sanguine
    D. glandelor sudoripare

14. În stratul cornos, citoplasma majorității celulelor este înlocuită de
    A. păr
    B. sebum
    C. cerumen
    D. cheratină

15. Toate celulele vii din epiderm sunt hrănite de vase de sânge localizate în
    A. membrana bazală
    B. derm
    C. celulele piloase
    D. glandele endocrine

16. Dermul şi epidermul sunt ancorate unul de celălalt prin creste denumite
    A. papile dermice
    B. joncţiuni „gap"
    C. hipoderm
    D. melanocite

17. Receptorii senzitivi se găsesc
    A. în stratul reticular al epidermului
    B. în stratul papilar al epidermului
    C. nici în stratul reticular, nici în cel papilar al dermului
    D. atât în stratul papilar, cât şi în cel reticular al dermului

18. Muşchiul neted poate apărea în
    A. stratul reticular, dar nu şi în cel papilar
    B. derm, dar nu şi în epiderm
    C. epiderm, dar nu şi în derm
    D. stratul papilar, dar nu şi în cel reticular

19. Muşchiul erector este asociat cu
    A. glandele sebacee
    B. glandele sudoripare
    C. epidermul
    D. foliculii piloşi

20. Lanugo este un tip de păr extrem de delicat ce acoperă
    A. dosul palmelor
    B. fătul
    C. suprafaţa internă a coapselor
    D. ceafa

21. Materialul proteic din care este alcătuită unghia este rezultatul metabolismului unor celule
    A. localizate sub cuticula de la baza unghiei
    B. localizate în stratul germinativ
    C. localizate în stratul reticular al dermului
    D. ce produc, de asemenea, sebum pentru glandele sebacee

22. Termenii „eccrin" şi „apocrin" se referă la două tipuri de
    A. glande ceruminoase
    B. membrane bazale
    C. glande sudoripare
    D. unghii

23. Funcţia cerumenului este
    A. reglarea temperaturii corporale
    B. excreţia de mici cantităţi de sodiu
    C. captarea substanţelor străine înainte de a pătrunde în ureche
    D. secreţia laptelui

24. Unghia este alcătuită
    A. dintr-un strat lucid dispus deasupra unui strat bazal
    B. dintr-o membrană bazală dispusă deasupra fasciei superficiale
    C. dintr-o placă de cheratină
    D. dintr-o masă de fire de păr fuzionate

25. Secreția glandelor sebacee ajunge în
    A. unghie
    B. foliculul pilos
    C. membrana bazală
    D. glandele eccrine

***SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals**: La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Cel mai mare organ al sistemului tegumentar este pielea.
2. Proteina denumită cheratină împiedică trecerea substanțelor liposolubile prin piele.
3. Melanina formată în piele protejează pielea împotriva radiațiilor infraroșii solare.
4. Căldura radiază de la vasele sanguine cutanate și este transferată aerului prin procesul de convecție.
5. Moleculele precursoare necesare sintezei vitaminei D în piele pot fi obținute și din apă sau alte alimente.
6. Receptorii din piele detectează senzații precum presiunea, durerea, atingerea și temperatura.
7. Pielea ce acoperă majoritatea organismului are trei straturi.
8. Stratul germinativ, denumit și stratul lucid, este situat pe membrana bazală, în vecinătatea dermului.
9. Cheratinocite cu aspect spinos pot fi întâlnite în stratul granulos al epidermului.
10. Desmozomii sunt un tip de globule proteice localizate la nivelul celulelor din stratul spinos.
11. Cheratohialinul este o substanță utilizată de celulele epidermice în sinteza melaninei.
12. Stratul spinos apare doar în epidermul pielii groase.
13. Cheratinocitele strâns unite între ele, clare, moarte, sunt caracteristice pentru stratul lucid.
14. Stratul cel mai superficial al epidermului constă din aproximativ 25 de rânduri de celule cubice moarte.

15. Celulele moarte din stratul superficial al epidermului derivă din celule produse în stratul lucid.

16. Epidermul are numeroase vase sanguine și are puține terminații nervoase.

17. În stratul reticular al dermului se găsesc: țesut conjunctiv lax, areolar, fibroblaste, vase sanguine și macrofage.

18. Cea mai mare parte a rezistenței mecanice a pielii este conferită de către derm.

19. Foliculul pilos este alcătuit dintr-o porțiune de derm cu formă de tub.

20. Celulele noi ale firului de păr sunt produse în stratul cornos aflat în bulb.

21. Pilozitatea pubiană și cea axilară, care apare la pubertate, se numește pilozitate reziduală.

22. Capătul proximal al unghiei este acoperit parțial de către cuticulă.

23. Glandele sudoripare se mai numesc și glande sebacee.

24. Glandele apocrine secretă un material translucid, de culoare albă, ce este descompus de către bacterii pentru a elibera diverse mirosuri.

25. Secreția glandelor sebacee este eliberată în canalul auditiv.

SECȚIUNEA E - Studiu de caz

Portia, o pacientă cu probleme psihice, își mestecă permanent degetul arătător. Acest deget are mai mult păr decât celelalte. Explicați relația dintre comportamentul Portiei și aspectul degetului său.

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 5.5

1. x	6. v	11. a	16. f	21. q
2. g	7. m	12. l	17. r	22. w
3. d	8. c	13. j	18. n	23. k
4. s	9. h	14. t	19. p	24. b
5. e	10. i	15. u	20. o	

SECȚIUNEA B - Completare

1. glandele
2. pielea
3. 15
4. microorganismelor
5. cheratină
6. membrana bazală
7. melanină
8. ultraviolete
9. melanocite
10. albinism
11. evaporare
12. vaselor sanguine
13. excreție
14. D
15. A
16. glande
17. receptori senzitivi
18. durerea
19. ondulată
20. exterior, mai subțire
21. hipoderm
22. straturi
23. epiteliu stratificat pavimentos
24. patru / 4
25. cinci / 5
26. stratul bazal
27. stratul bazal
28. bazal
29. cheratinocitele
30. cheratinocite
31. stratul spinos
32. stratul bazal
33. lucid
34. eleidina
35. stratul cornos
36. cheratină
37. desmozomi
38. bazal
39. hipercheratoză
40. derm
41. papile dermice
42. strat reticular
43. areolar
44. derm
45. rădăcina
46. mușchiul erector al firului de păr
47. cheratină
48. cuticulă
49. sudoripare
50. ceruminoase

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. C
2. C
3. A
4. B
5. D
6. B
7. B
8. D
9. A
10. C
11. C
12. B
13. B
14. D
15. B
16. A
17. D
18. B
19. D
20. B
21. A
22. C
23. C
24. C
25. B

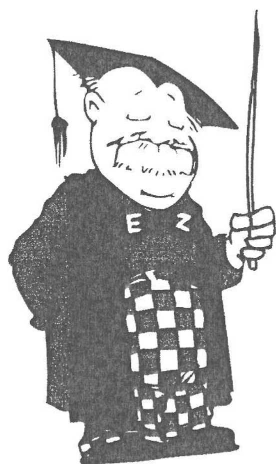
SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. A
2. hidrosolubile
3. ultraviolete
4. A
5. lapte
6. A
7. patru
8. strat bazal
9. stratul spinos
10. joncțiuni intercelulare
11. cheratinei
12. stratul lucid
13. A
14. pavimentoase
15. stratul bazal
16. nu are deloc
17. papilar
18. A
19. epiderm
20. stratul bazal
21. terminală
22. A
23. apocrine sau eccrine
24. A
25. foliculul pilos

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Iritația și fluxul sanguin crescut stimulează creșterea părului.

6



Oasele și articulațiile

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol este dedicat studiului oaselor și al articulațiilor. Parcurgând acest capitol, veți învăța să:

- cunoașteți funcțiile osului;
- descrieți componentele care intră în structura chimică și celulară a osului;
- deosebiți osul compact de cel spongios;
- identificați mecanismele osificării;
- identificați factorii ce afectează echilibrul dintre sinteza și resorbția osoasă și echilibrul seric al calciului;
- faceți diferența între tipurile de articulații prin cunoașterea structurii și a mișcării specifice fiecăreia, cât și prin exemple;
- deosebiți diferitele mișcări articulare;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Clasificarea, anatomia, formarea și remodelarea oaselor
- Clasificarea, anatomia și mișcările articulațiilor
- Întrebări recapitulative

Corpul uman conține 206 oase, ce alcătuiesc scheletul (Capitolul 7). Oasele asigură suport organismului, protejează organele, depozitează calciu și lipide, și reprezintă locul în care se formează celulele sanguine (Tabelul 6.1). Articulațiile reprezintă locul în care oasele se întâlnesc, sau se articulează.

TABELUL 6.1 EXEMPLE DE FUNCȚII ALE OASELOR

Funcție	Descriere
Mișcare	Mențin sau schimbă poziția organismului împreună cu mușchii scheletici
Protecție	Protejează creierul, plămânii și alte organe
Suport	Asigură suport organismului și ancorează mușchii
Stocare de minerale	Servesc drept depozit de minerale; ajută indirect la menținerea echilibrului hidric al organismului și a activităților metabolice
Hematopoieză	Este locul în care se produc diferitele tipuri de celule sanguine

OSUL

Osul este cel mai dur țesut conjunctiv din organismul uman. Este alcătuit din celule, fibre de colagen și o substanță fundamentală densă, mineralizată. În os se regăsesc mai multe tipuri de celule, iar mineralele contribuie la duritatea sa.

CLASIFICAREA OASELOR

Oasele sunt clasificate după formă și localizarea în organism. După formă, oasele se clasifică în oase plate, oase lungi, oase scurte și oase neregulate.

Oasele plate constau din două plăci subțiri de os compact, între care se află o regiune centrală compusă din os spongios. Oasele plate protejează țesuturile delicate ale creierului și ale organelor toracice. De asemenea, ele oferă suprafețe întinse pe care se pot atașa tendoanele. Oasele plate includ oasele craniului, omoplații (scapulele), coastele, sternul și oasele pelvisului.

Oasele lungi prezintă un ax denumit **diafiză** și două capete numite **epifize**. Aceste oase se întâlnesc în componența membrelor superioare, inferioare și a degetelor.

Oasele scurte au formă aproximativ cuboidală și suportă greutăți. Ele includ oasele încheieturii mâinii (oase carpiene) și ale gleznei (oasele tarsului).

Oasele neregulate au forme variate. De exemplu, oasele coloanei vertebrale (vertebrele) au o formă rectangulară, dar au și prelungiri cu aspect de contraforturi sau aripi. Aceste prelungiri servesc drept puncte de ancorare pentru tendoane și ligamente, întărind legătura dintre oasele adiacente. Alte exemple de oase neregulate sunt oasele wormiene, care se află la nivelul anumitor suturi craniene, oasele sesamoide, aflate la nivelul articulațiilor, și patelele sau rotulele (Figura 6.1).

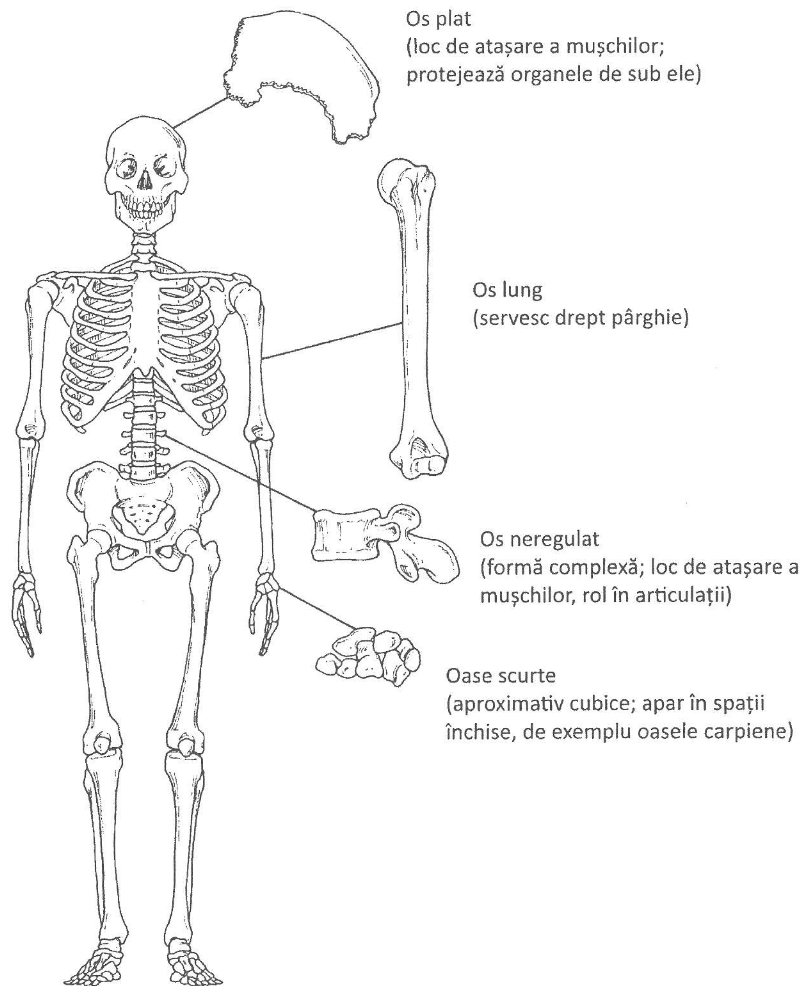


FIGURA 6.1 Cele patru tipuri de oase și localizarea lor.

În funcție de localizare, oasele pot fi împărțite în două grupe: oasele scheletului axial și oasele scheletului membrelor (periferic). **Scheletul axial** include toate oasele ce formează axul central al organismului, precum oasele capului, coloana vertebrală și cutia toracică.

Scheletul membrelor include oasele membrelor superioare și inferioare, precum și oasele ce leagă membrele de scheletul axial. Scheletul membrelor cuprinde și oasele mâinilor și picioarelor, precum și oasele centurilor corespunzătoare (scapulară și pelviană).

ȚESUTUL OSOS

Pentru a-și putea îndeplini funcțiile, oasele trebuie să fie dure, rigide, dar și suficient de flexibile pentru a se putea îndoi într-o oarecare măsură. Duritatea și flexibilitatea oaselor se datorează unor compuși chimici sintetizați de celule formatoare de os, numite osteoblaste. Componenta principală a osului este reprezentată de o sare minerală numită **fosfat de calciu**, combinată cu mici cantități de **hidroxid de calciu** și **carbonat de**

calciu. Fosfatul de calciu este principalul component al **hidroxiapatitei**. Osul conţine cristale de hidroxiapatită înglobate într-o matrice alcătuită din fibre de **colagen**. Hidroxiapatita conferă duritate osului, iar fibrele de colagen sunt răspunzătoare de flexibilitatea acestuia.

În oase are loc şi formarea celulelor sanguine, denumită **hematopoieză**. Aceasta are loc în **măduva osoasă roşie** din oasele spongioase, măduvă localizată în centrul multor oase precum vertebrele sau sternul, şi la capetele humerusului şi femurului (Capitolul 14). În măduva osoasă roşie se formează hematiile, leucocitele şi plachetele sanguine.

Osul depozitează calciu şi fosfaţi. Ambele substanţe sunt depozitate în os când se găsesc în cantităţi suficiente în organism, iar condiţiile permit acest lucru. Ele sunt eliberate din os când sunt necesare în alte părţi ale organismului.

STRUCTURA OASELOR LUNGI

Exemplele tipice de os lung sunt femurul şi humerusul. Porţiunea dreaptă, lungă a osului se numeşte **diafiză**, iar capetele se numesc **epifize** (Figura 6.2). Când osul este în creştere, la nivelul joncţiunii dintre diafiză şi epifiză (numită **metafiză**) apare o zonă activă de cartilaj, **placa epifizară**. Osul creşte în lungime pe seama depunerii de cartilaj la nivelul acestei plăci, fenomen care produce îndepărtarea capetelor osului. Ulterior, acest cartilaj este înlocuit cu ţesut osos.

La extremitatea fiecărei diafize se află un strat subţire de cartilaj hialin, numit **cartilaj articular**. Acesta furnizează o suprafaţă ce facilitează deplasarea fără frecare a oaselor adiacente. Acolo unde nu prezintă cartilaj articular, osul lung este acoperit cu un ţesut conjunctiv numit **periost**. Acesta acoperă, spre exemplu, diafiza.

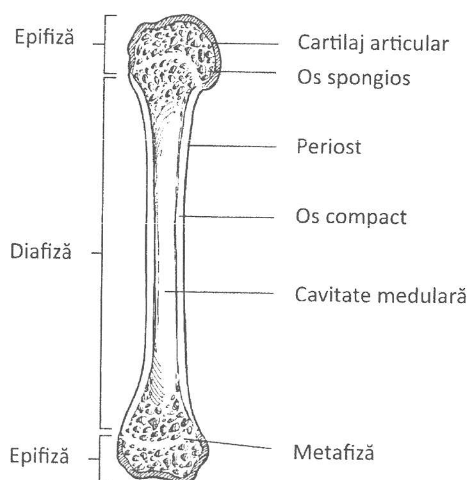


FIGURA 6.2 Structura unui os lung tipic al corpului uman, cu părţile lui componente.

Osul compact formează porţiunea externă a epifizelor. În interior, epifiza conţine **os spongios**. Acesta este alcătuit dintr-o reţea de structuri osoase întretăiate numite **trabe-**

cule (travee). Printre travee se găsesc spaţii ce conţin măduvă roşie. După cum îi spune şi numele, osul spongios este mai puţin dens decât cel compact.

Deşi diafiza oaselor lungi este goală pe dinăuntru, ea este acoperită la exterior de **os compact**, dens şi dur. Interiorul diafizei conţine o cavitate medulară în care se găseşte **măduvă galbenă**.

Cavitatea centrală a osului se numeşte **cavitate medulară**. Ea este căptuşită de o membrană subţire numită **endost**, în care se află celule formatoare de os (osteoblaste) şi celule ce remodelează osul (osteoclaste). Funcţia celor două celule va fi discutată în cele ce urmează.

STRUCTURA HISTOLOGICĂ A OSULUI

La microscopul optic, osul compact prezintă o serie de inele concentrice, intricate, de ţesut osos. Aceste inele sunt organizate în sisteme denumite **osteoane** (Figura 6.3). Fiecare osteon are un **canal central** care conţine nervi şi capilare sanguine.

Inelele concentrice ale unui osteon sunt străbătute de un sistem de canale, numite **canale perforante**. Ele conectează între ele canalele centrale şi celulele osoase. În jurul fiecărui canal central se găsesc **lamele osoase**, adică inelele osteonului. Ele conţin spaţii, numite **lacune**, în care se află osteocite.

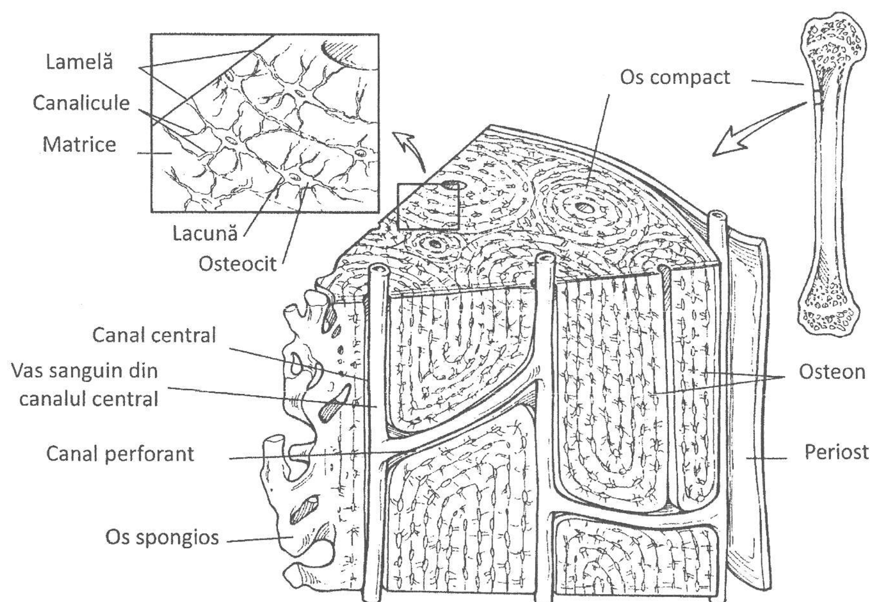


FIGURA 6.3 Structura histologică a osului. Printr-o secţiune prin osul compact, este prezentată structura histologică a acestuia, şi în special a osteonului. Un fragment al osteonului este prezentat în detaliu, pentru a se evidenţia structurile de mici dimensiuni.

Osteocitele sunt captive în țesutul osos pe care îl întrețin. Lacunele în care ele se situează sunt unite între ele, precum și cu canalul central prin extensii de dimensiuni electronomicroscopice numite **canalicule**.

Spațiile dintre osteoane conțin **lamele interstițiale**, care sunt, de fapt, osteoane incomplete.

Osul este învelit de periost, din care iau naștere osteocitele. În forma lor inițială, osteocitele sunt **osteoblaste** foarte active, care produc colagenul și hidroxiapatita prezente în os. Pe măsură ce sunt înglobate în osul format, ele devin osteocite, hrănind osul din jur și îndepărtând produșii reziduali.

FORMAREA OSULUI

Aproximativ în a șasea săptămână a dezvoltării fetale apar tije rectilinii de **cartilaj hialin** ce au forma oaselor lungi. Oasele plate se dezvoltă sub formă de membrane ce conțin țesut conjunctiv fibros. În interiorul acestor membrane se găsesc insule de cartilaj hialin care vor iniția procesul de formare a osului.

DE REȚINUT
Osteoblastele formează osul, osteocitele îl întrețin, iar osteoclastele îl resorb.

Formarea osului se numește **osificare**, și poate fi de două tipuri. Primul tip de osificare, **osificarea intramembranoasă**, are loc în oasele plate ale craniului. Ea începe în momentul în care osteoblastele migrează în membrane și formează **centre de osificare**, unde secretă matricea osoasă compusă din colagen, fosfat de calciu și carbonat de calciu. Centrele de osificare sunt astfel rapid înconjurate de os. Pe măsură ce zonele osificate se extind, ele se unesc și formează trabeculele osului spongios. În spațiile dintre trabecule se dezvoltă măduva osoasă roșie. În același timp, osteoblastele depun un strat de os compact la nivelul periostului.

Cel de-al doilea tip de osificare este cea a oaselor lungi, **osificarea endocondrală**. În cursul acesteia, apar vase sanguine în interiorul tijelor cartilaginoase și se dezvoltă osteoblaste în membrana ce înconjoară aceste tije. Osteoblastele depun os compact de jur împrejurul tijei. Osificarea continuă la suprafață, dar nu și în profunzime. Astfel, interiorul va rămâne sub forma unei cavități ce va conține măduva osoasă.

Pe măsură ce se formează cavitatea medulară, osul compact ce o înconjoară se îngroașă și se alungește, tija cartilaginoasă continuă să crească la capete, asigurând astfel, creșterea în lungime a osului. După pubertate, zona de cartilaj se îngustează, formând placa epifizară; când aceasta este complet osificată, creșterea osului în lungime încetează. Acest fenomen are loc după pubertate, și este controlat hormonal.

Osul compact mai este denumit și **os lamelar**. Este un os dens, ce prezintă și el osteoane la examinarea microscopică.

REMODELAREA OSOASĂ

Sfârșitul creșterii osoase nu este însoțit de încheierea activității din interiorul osului. Într-adevăr, remodelarea osoasă este un proces ce are loc de-a lungul întregii vieți, fiind controlată de interacțiunea dintre celulele osoase formatoare (osteoblaste) și cele resorbante (osteoclaste). **Osteoclastele** secretă substanțe ce dizolvă osul. Astfel, ele furnizează organismului calciu și fosfat, ce pot fi utilizate în contracția musculară sau în metabolismul celular.

Activitatea osteoblastelor şi a osteoclastelor este de obicei menţinută într-un echilibru ce poate fi afectat de hormoni, inclusiv de cei sexuali. La persoane în vârstă, resorbţia osoasă poate fi mai pronunţată decât formarea, consecinţa fiind o afecţiune complexă numită **osteoporoză**. Odată cu pierderile de calciu, oasele devin mai puţin rezistente şi se rup mai uşor.

Pentru prevenirea osteoporozei se recomandă, de obicei, creşterea aportului de calciu prin suplimente alimentare ce conţin calciu, şi activitate fizică. Aceasta provoacă un stres mecanic ce stimulează formarea de os de către osteoblaste.

ARTICULAȚIILE

Articulaţiile sunt locurile în care se întâlnesc două sau mai multe oase. Există diferite tipuri de articulaţii în organismul uman, fiecare cu o structură şi funcţie specifică. Ramura anatomiei care studiază articulaţiile se numeşte **artrologie**.

Articulaţiile se clasifică în funcţie de gradul de mişcare pe care îl permit. Există trei tipuri de articulaţii: sinartroze, amfiartroze şi diartroze (Figura 6.4). **Sinartrozele** sunt articulaţii imobile, **amfiartrozele** sunt semimobile, iar **diartrozele** sunt pe deplin mobile.

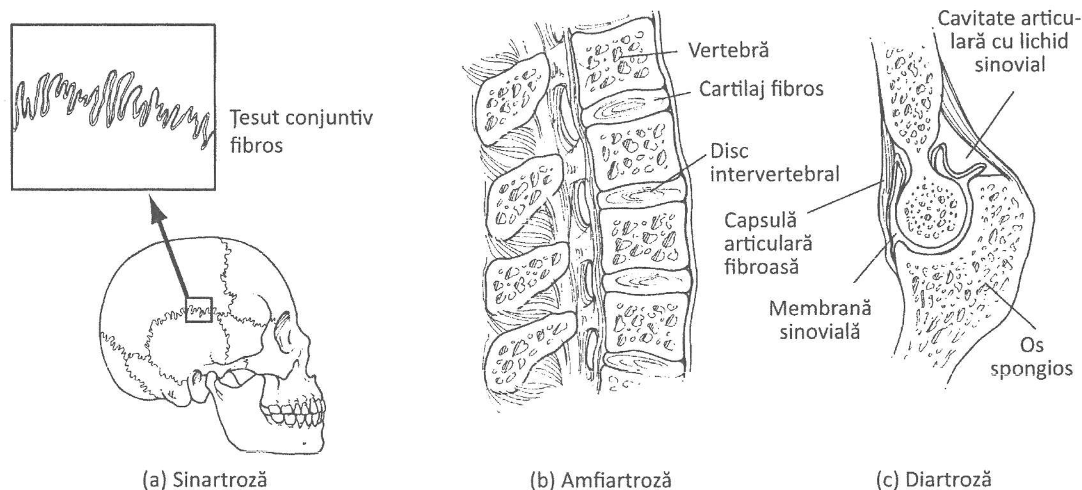


FIGURA 6.4 Cele trei tipuri de articulaţii întâlnite în organismul uman. (a) O articulaţie imobilă între oasele craniului; (b) O articulaţie semimobilă între vertebrele coloanei vertebrale; (c) O articulaţie mobilă, denumită şi articulaţie sinovială, aşa cum se poate găsi în articulaţia şoldului. Observaţi componentele structurale ale acestui tip de articulaţie.

SINARTROZELE

Sinartrozele sunt articulaţii aproape sau total imobile. Ele sunt compuse din două capete osoase adiacente, separate de o cantitate redusă de ţesut fibros. În unele cazuri, oasele pot fi separate de un strat subţire de cartilaj. Astfel de articulaţii pot fi întâlnite în structura craniului, unde sinartrozele se numesc **suturi**. Ele apar între osul frontal şi cele 2 oase

parietale, între oasele parietale precum și între oasele parietale și osul occipital. Suturile sunt imobile.

Un alt exemplu de sinartroză este **gomfoza**, ce apare, de exemplu, la locul de implantare a dintelui în alveolă; ea trebuie să fie imobilă. O altă sinartroză este **sindesmoza**, în care diafizele a două oase lungi adiacente sunt unite printr-o membrană fibroasă interosoasă. O astfel de sindesmoză unește diafizele radiusului și ulnei de la nivelul antebrațului, permițând doar o mișcare minimă între cele 2 oase.

AMFIARTROZELE

Amfiartrozele sunt articulații cu o mobilitate limitată. O amfiartroză constă din 2 capete osoase adiacente, separate de o cantitate mare de cartilaj. În corpul uman, amfiartrozele se găsesc în 2 locuri importante: între vertebre, unde cartilajul are forma unui disc, și între cele 2 oase pubiene ale pelvisului.

Discurile intervertebrale, aflate între vertebre, sunt compuse dintr-un fibrocartilaj ce înconjoară un miez gelatinos. Aceste discuri absorb șocurile și egalizează presiunea dintre oasele adiacente în timpul mișcărilor. Datorită flexibilității lor discrete, discurile intervertebrale permit o mișcare limitată, precum cea de aplecare înspre înainte sau în lateral. Amfiartroza dintre oasele pubiene se numește **simfiza pubiană** și are o mobilitate foarte limitată. O altă amfiartroză este **articulația sacroiliacă**, dintre osul sacru și osul iliac.

DIARTROZELE

Diartrozele sunt articulații ce permit mișcări libere. Ele sunt alcătuite din două capete osoase cuprinse într-o cavitate denumită **cavitate sinovială**, motiv pentru care aceste articulații se mai numesc și **articulații sinoviale**. Suprafețele articulare ale oaselor nu sunt conectate una de cealaltă iar, în anumite cazuri, mișcările permise de aceste articulații sunt foarte ample. Astfel de articulații apar la nivelul proceselor articulare ale vertebrelor, umărului, cotului, încheieturii mâinii, șoldului, genunchiului, gleznei și labei piciorului.

Într-o articulație sinovială, fiecare os este acoperit de un cartilaj articular. Cele două capete osoase sunt învelite de o **capsulă fibroasă**, în interiorul căreia se află cavitatea sinovială. Suprafața internă a capsulei este tapetată de o **membrană sinovială**, care nu acoperă, însă, suprafețele articulare ale oaselor. Această membrană secretă un lichid vâscos, cu rol lubrifiant, numit **lichid sinovial**.

În anumite cazuri, cavitatea articulară este divizată parțial sau complet de niște **discuri cartilaginoase**. De exemplu, fiecare genunchi dispune de două astfel de discuri cartilaginoase. Acestea au formă semilunară și se numesc **meniscuri**. În anumite articulații, capsula fibroasă articulară se organizează sub formă de fascicule groase, ce formează **ligamentele**. Articulațiile sunt stabilizate și de mușchii atașați oaselor. De exemplu, la nivelul umărului, capătul proximal al humerusului este menținut în articulație de către mușchii inserați pe el.

DE REȚINUT
Sinartrozele sunt aproape imobile, amfiartrozele au o mobilitate limitată, iar diartrozele sunt cele mai mobile articulații.

Unele diartroze pot conține niște saci închiși, plini cu lichid, numiți **burse** (singular bursă). Bursele sunt căptușite de membrane sinoviale, care le continuă pe cele ale cavităților sinoviale din vecinătate. Bursele sunt așezate de obicei între piele și proeminențele osoase de sub piele. De exemplu, astfel de burse se găsesc la nivelul patelei. Bursele facilitează alunecarea tendoanelor pe suprafața oaselor.

TIPURI DE DIARTROZE

Diartrozele pot fi împărțite în mai multe tipuri, în funcție de componentele lor și de tipul de mișcare pe care îl permit (Tabelul 6.2 și Figura 6.5). Un tip de diartroză este **articulația trohleară** (în formă de scripete). Într-o astfel de articulație, mișcarea are loc într-un singur plan. Exemple de astfel de articulații sunt cotul (între humerus și ulnă), genunchiul (între femur și tibie) și articulațiile interfalangiene.

TABELUL 6.2 TIPURI DE DIARTROZE

Diartroza	Descriere	Mișcare	Exemple
Trohleară	O suprafață în formă de scripete articulată cu o suprafață concavă	De-a lungul unei singure axe, ca o balama	Cotul, genunchiul, articulațiile interfalangiene
Pivotală	O suprafață arcuită se rotește în jurul unui pivot	Rotație	Articulația dintre axis și atlas
Sferoidală	O suprafață convexă se articulează cu o suprafață concavă	Cele mai variate mișcări dintre toate articulațiile	Articulația umărului și a șoldului
Condiloidă (elipsoidală)	Un condil de formă ovală articulat cu o cavitate eliptică	În două planuri perpendiculare unul pe celălalt	Încheietura mâinii (între radius și oasele carpiene)
Selară	Un os în formă de șa este articulat cu o suprafață de formă opusă	Aceleași mișcări ca și articulația condiloidă, dar mai libere; asemănătoare unui călăreț în șa	Articulația degetului mare de la mână, cea dintre primul metacarpian și osul trapez (carpian)
Plană	Două suprafețe plane articulate	Alunecare, mișcare non-axială	Între oasele carpiene, între osul sacru și cel iliac (articulațiile sacroiliace)

Un alt tip de diartroză este **articulația în pivot**, ce permite mișcări de rotație. În acest tip de articulație, suprafața cilindrică a unui os se rotește în interiorul unui inel format de osul opus. O astfel de articulație apare la nivelul gâtului, la unirea dintre primele două vertebre (atlas și axis).

O **articulație sferoidală** este tot un tip de diatroză, ce se formează prin articularea unui capăt osos rotund cu o suprafață concavă. Acest tip de articulație permite cele mai libere mișcări. Se găsește la nivelul umărului, unde capul humerusului se articulează

cu cavitatea glenoidală a scapulei (numită și fosa glenoidă), și la șold, unde capul femurului se articulează cu acetabulul.

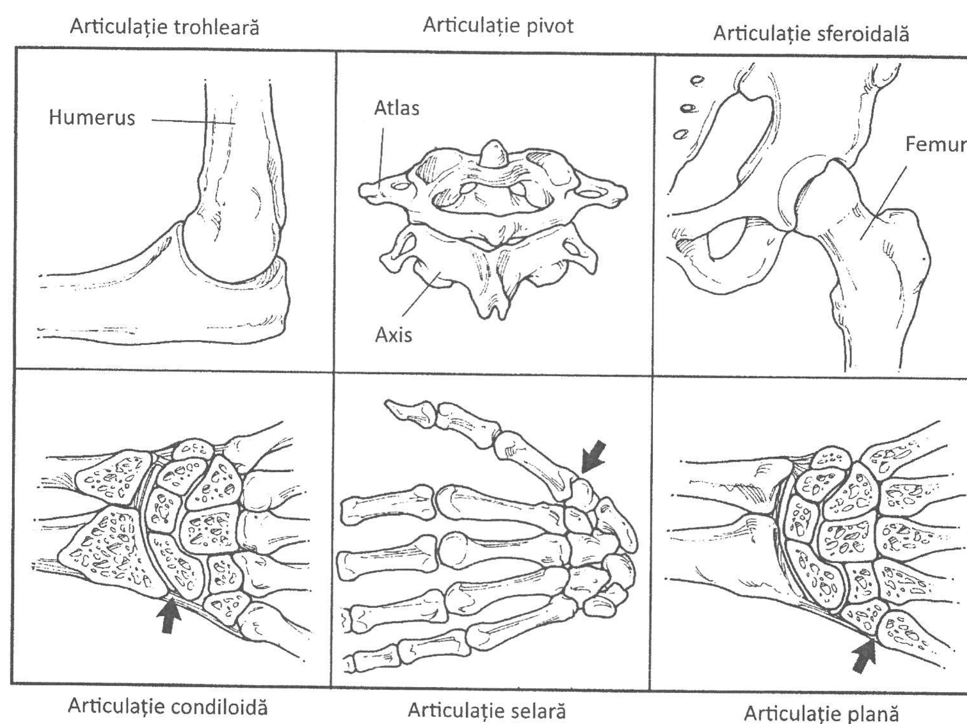


FIGURA 6.5 Reprezentarea celor șase tipuri de diartroze. Toate sunt articulații ce permit mișcări libere.

Alte două tipuri de diartroze sunt articulația condiloidă și cea selară (ambele fiind denumite **articulații biaxiale**). Într-o **articulație condiloidă**, suprafețele articulare au formă ovală. Rotația nu este posibilă într-o astfel de articulație, dar restul mișcărilor, în majoritate, sunt permise. Un exemplu este reprezentat de articulația dintre radius și oasele carpiene, la nivelul încheieturii mâinii. Rotația este restricționată și în **articulația selară**. În acest tip de articulație, suprafețele osoase sunt concave, respectiv convexe. Suprafața concavă a unui os se articulează cu suprafața convexă a celuilalt os. Articulațiile dintre oasele carpiene și cea dintre carpiene și metacarpianul degetului mare sunt articulații selare.

Ultimul tip de diartroze este reprezentat de **articulațiile plane**. O astfel de articulație permite mișcări de alunecare în mai multe direcții, între suprafețe articulare relativ plate. Articulațiile dintre procesele vertebrale sunt exemple de articulații plane. Astfel de articulații apar și între anumite oase carpiene sau tarsiene. La nivelul lor au loc mișcări de alunecare și de răsucire.

MIȘCĂRILE ARTICULARE

Mișcările de la nivelul diartrozelor au loc sub acțiunea mușchilor scheletici. În majoritatea cazurilor, un capăt al mușchiului este atașat de o parte imobilă, fixă a unei articulații, iar celălalt este atașat pe partea opusă, de partea ei mobilă. Contracția mușchiului exercită o tracțiune asupra părții mobile, apărând astfel mișcarea articulară.

În articulații pot avea loc diverse tipuri de mișcări. **Flexia** este definită ca fiind mișcarea ce reduce unghiul dintre două oase în articulație. În opoziție, **extensia** este mișcarea în urma căreia unghiul dintre două oase crește. Simplu spus, flexia se referă la îndoirea unei articulații, ca de exemplu flexia genunchiului, iar extensia are ca rezultat întinderea respectivei articulații (Figura 6.6).

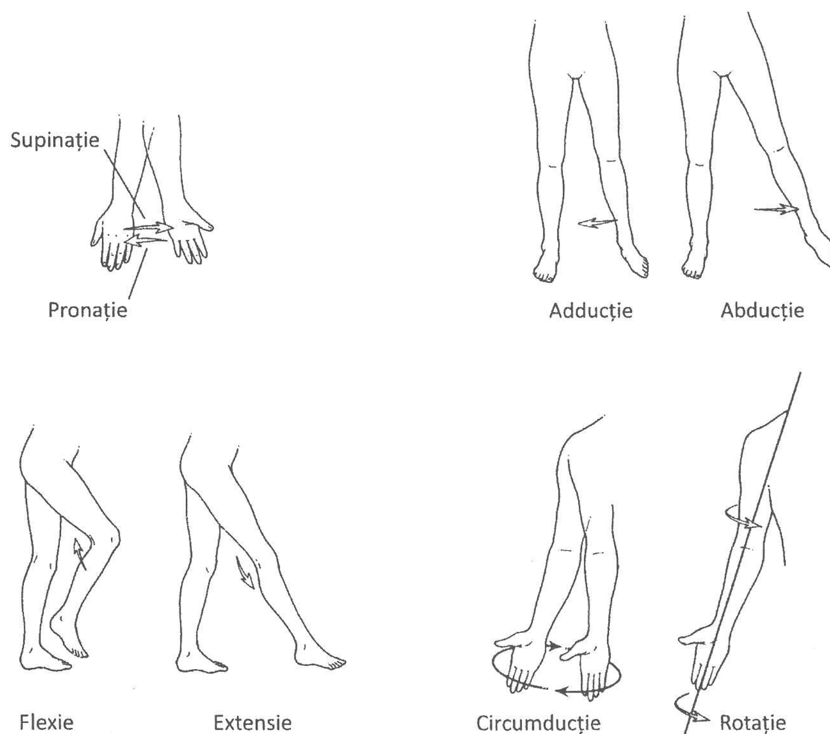


FIGURA 6.6 Mișcările posibile în articulațiile umane.

Alte două mișcări articulare sunt abducția și adducția. **Abducția** reprezintă îndepărtarea unui membru față de linia mediană a corpului, iar **adducția** apropierea membrului respectiv de linia mediană. Ridicarea brațului până la orizontală este un exemplu de abducție, iar întoarcerea lui la poziția anatomică este o mișcare de adducție.

Mișcările rotative sunt un alt tip de mișcări articulare. **Rotația** reprezintă mișcarea unei părți a corpului în jurul unei axe. Întoarcerea capului dintr-o parte în alta (ca atunci când se exprimă o negație) este un exemplu de rotație. Rotația poate fi **medială**, dacă are loc spre linia mediană a corpului, sau **laterală**, dacă are loc în direcția opusă. O formă specială de rotație o reprezintă **pronația**. Aceasta reprezintă rotația antebrațului, astfel încât palma să privească spre posterior. **Supinația** reprezintă mișcarea opusă, rotația antebrațului până când palma ajunge în poziție anatomică, privind spre anterior (Tabelul 6.3).

Ridicarea sau coborârea unei părți a corpului poartă numele de elevație sau depresie. **Elevația** reprezintă ridicarea, spre exemplu a umerilor, iar **depresia** mișcarea opusă. **Retracția** reprezintă mișcarea spre înapoi a unei părți a corpului, spre exemplu bărbia, iar **protracția** este mișcarea opusă.

Eversia reprezintă întoarcerea labei piciorului cu talpa spre exterior, iar **inversia** este mișcarea opusă. **Flexia dorsală** este ridicarea labei piciorului către tibie, iar **flexia plantară** reprezintă îndoirea labei piciorului spre înapoi.

TABELUL 6.3 MIȘCĂRILE ARTICULARE ȘI MIȘCĂRILE ANTAGONISTE

Acțiune	Acțiune antagonistă
Flexie: micșorarea unghiului dintre două oase	**Extensie**: mărirea unghiului dintre două oase
Abducție: îndepărtarea unei părți a corpului de linia mediană	**Adducție**: apropierea unei părți a corpului de linia mediană
Rotație medială: rotația unui os de-a lungul propriei axe, către linia mediană a corpului	**Rotație laterală**: rotația unui os de-a lungul axei sale, dinspre linia mediană a corpului
Supinație: aducerea palmei în poziție anatomică	**Pronație**: aducerea palmei în poziția opusă celei anatomice (înspre posterior)
Elevație: ridicarea unei părți a corpului	**Depresie**: coborârea unei părți a corpului
Protracție: împingerea spre înainte a unei părți a corpului	**Retracție**: retragerea spre înapoi a unei părți a corpului
Flexie dorsală: îndoirea labei piciorului către tibie	**Flexie planară**: îndoirea labei piciorului în direcția opusă
Inversie: rotirea tălpii spre interior	**Eversie**: rotirea tălpii spre exterior



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

SECȚIUNEA A – Identificați corect literele corespunzătoare părților componente ale osului.

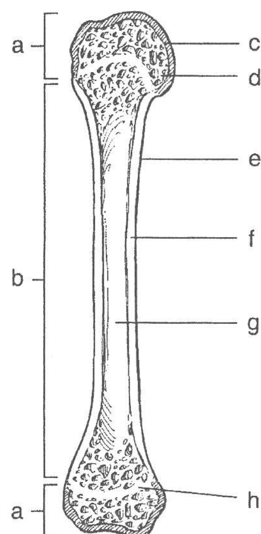


FIGURA 6.7

__1. Cartilaj articular
__2. Os compact
__3. Diafiză
__4. Epifiză
__5. Cavitate medulară
__6. Metafiză
__7. Periost
__8. Os spongios

Identificați corect componentele histologice ale osului.

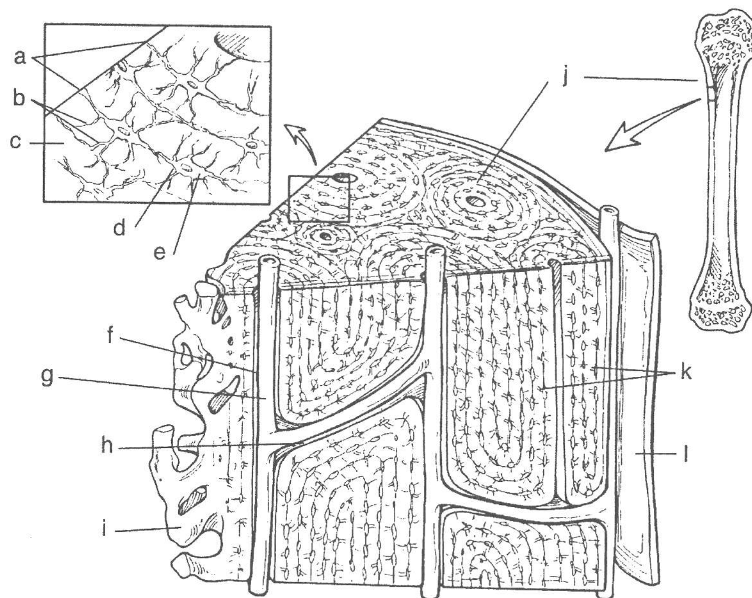


FIGURA 6.8

__ 1. Canalicule
__ 2. Canal central
__ 3. Os compact
__ 4. Lacună
__ 5. Lamelă
__ 6. Matrice
__ 7. Osteocit
__ 8. Osteon
__ 9. Canal perforant
__10. Periost
__11. Os spongios
__12. Vas de sânge în canalul central

SECȚIUNEA B – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Datorită formei lor, oasele craniului și cele pelvine, sunt clasificate drept ____________________.
2. ____________________ au o diafiză mărginită la capete de epifize.
3. Proiecțiile oaselor neregulate, precum vertebrele, oferă locuri de inserție pentru tendoane și ____________________.
4. Oasele neregulate aflate la nivelul suturilor craniene sunt ____________________.
5. Oasele craniului, ale coloanei vertebrale și ale cutiei toracice sunt denumite, împreună, ____________________.

6. Două exemple de oase scurte sunt oasele încheieturii mâinii, denumite carpiene, și cele ale gleznei, numite ____________________.

7. Componenta osului numită ____________________ este compusă din cristale ce conțin în principal fosfat de calciu.

8. Cea mai importantă proteină din fibrele matricii osoase este ____________________.

9. Oasele au rol de suport, protecție a organelor, depozitare de calciu și loc de formare a ____________________.

10. Măduva roșie este activă în special în oase precum vertebrele și ____________________.

11. Capetele unui os lung se numesc ____________________.

12. Stratul subțire de cartilaj de pe suprafața externă a capetelor oaselor lungi este denumit ____________________.

13. Porțiunile neacoperite de cartilaj ale oaselor lungi sunt învelite de o membrană numită ____________________.

14. Partea internă a epifizei unui os lung conține ____________________.

15. Cavitatea medulară a oaselor lungi conține ____________________.

16. Osul spongios conține lamele osoase, întretăiate, denumite ____________________.

17. Unitatea histologică și funcțională de bază a osului compact este ____________________.

18. Spațiile microscopice ce conțin osteocite se numesc ____________________.

19. Canalele centrale ale osteoanelor sunt unite între ele de ____________________.

20. Celulele ce produc proteinele și hidroxiapatita necesare creșterii osoase sunt ____________________.

21. Formarea osului are loc în urma unui proces denumit ____________________.

22. Formarea de os în interiorul membranelor se numește corect ____________________.

23. Formarea de os la capetele oaselor lungi este rezultatul unui proces numit ____________________.

24. Înaintea pubertății, oasele lungi cresc în lungime la nivelul unei zone de cartilaj numită ____________________.

25. Osul este remodelat și dizolvat de substanțe secretate de celule numite ____________________.

26. Distrugerea și remodelarea osului furnizează organismului ioni precum cei de fosfat și de ______________.

27. Resorbția excesivă a osului, care depășește rata de producere, apare în afecțiunea numită ______________.

28. Articulațiile semimobile se numesc ______________.

29. O articulație imobilă care constă din două margini osoase separate de o cantitate redusă de țesut fibros se numește ______________.

30. Un exemplu de sinartroză, ce apare la nivelul craniului, este ______________.

31. Locul de implantare a dintelui în alveolă este o articulație imobilă, numită ______________.

32. O amfiartroză apare între oasele pubiene și între corpurile ______________.

33. O diartroză este o articulație cu mișcări libere, care constă din două capete osoase separate de o cavitate numită ______________.

34. Articulațiile cotului, umărului, șoldului, genunchiului și gleznei sunt exemple de ______________.

35. Fluidul vâscos, aflat în cavitatea sinovială a unei diartroze, se numește ______________.

36. Discul cartilaginos aflat în interiorul articulației genunchiului se numește ______________.

37. Articulațiile pot fi stabilizate de către mușchi atașați de oase în apropierea articulației sau de către fascicule denumite ______________.

38. Sacii închiși, plini cu lichid, aflați în apropierea diartrozelor se numesc ______________.

39. O diartroză ce permite rotația se numește ______________.

40. Articulația dintre capul humerusului și cavitatea glenoidală a scapulei este o diartroză numită ______________.

41. Diartroza aflată la unirea dintre radius și oasele carpiene este o ______________.

42. Diartroza în care oasele au o suprafață concavă și una convexă, articulate între ele, este denumită ______________.

43. Mișcarea articulară prin care se reduce unghiul dintre două oase se numește ______________.

44. Îndepărtarea unei părți a corpului de linia mediană se numește ______________.

45. Apropierea unei părți a corpului de linia mediană se numește ___________________.

46. Răsucirea capului este o mișcare de ___________________.

47. Întoarcerea antebrațului cu palma spre anterior se numește ___________________.

48. Dacă flexia înseamnă îndoirea unei încheieturi, atunci întinderea ei se numește ___________________.

49. Retragerea unei părți a corpului se numește ___________________.

50. Împingerea unei părți a corpului se numește ___________________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Oasele plate protejează țesuturile delicate ale
   A. abdomenului și membrelor
   B. toracelui și creierului
   C. măduvei spinării și membrelor
   D. abdomenului și măduvei spinării

2. Următoarele sunt funcții ale scheletului, *cu excepția*
   A. depozitarea de calciu și fosfat
   B. loc de formare a celulelor sanguine
   C. furnizarea de suport organismului
   D. coordonarea activităților organismului

3. Oasele neregulate includ
   A. rotulele și oasele wormiene
   B. oasele carpiene și tarsiene
   C. scapulele și coastele
   D. humerusul și femurul

4. Următoarele sunt oase ale scheletului axial, *cu excepția*
   A. oaselor cutiei toracice
   B. vertebrelor
   C. oaselor craniului
   D. oaselor membrelor

5. Hidroxiapatita este compusă în principal din
   A. fosfat de calciu
   B. colagen și carbonat de calciu
   C. ligamente și tendoane
   D. fibrinogen și fosfat de sodiu

6. Formarea celulelor sanguine are loc în
   A. măduva roșie
   B. măduva galbenă
   C. osteoane
   D. trabecule

7. Diafiza și epifiza sunt componente ale
   A. coastelor
   B. oaselor plate
   C. oaselor pelviene
   D. oaselor lungi

8. Periostul este o membrană de țesut conjunctiv care
   A. se găsește în măduva osoasă
   B. alcătuiește ligamentele
   C. acoperă unele porțiuni ale oaselor
   D. sintetizează colagenul din oase

9. Canalele perforante conectează între ele canalele centrale în
   A. placa epifizară
   B. periost
   C. osul compact
   D. măduva galbenă

10. Principalele celule formatoare de os din organism sunt
   A. osteoclastele
   B. osteocitele
   C. osteoblastele
   D. pericitele

11. Osificarea intramembranoasă are loc în
   A. femur și humerus
   B. radius și ulnă
   C. falange
   D. oasele craniene

12. Osificarea endocondrală are loc în
   A. măduva galbenă
   B. placa epifizară
   C. membrana periostală
   D. cavitatea sinovială

13. Creșterea în lungime a osului se oprește
   A. când măduva roșie se transformă în măduvă galbenă
   B. când placa epifizară se transformă în măduvă galbenă
   C. când se sfârșește pubertatea
   D. când se formează patela

14. Celulele care resorb osul, furnizând calciu organismului, sunt
    A. calcicite
    B. histiocite
    C. osteoclaste
    D. periclaste

15. Sinartroza este un tip de articulație care se găsește
    A. la nivelul membrelor
    B. la nivelul craniului
    C. la joncțiunea dintre radius și humerus
    D. între vertebre

16. Gomfoza și sindesmoza sunt
    A. articulații cu grad limitat de mișcare
    B. articulații cu mișcare liberă
    C. articulații imobile
    D. dezarticulații

17. Articulația dintre oasele pubiene este o
    A. amfiartroză
    B. diartroză
    C. gomfoză
    D. sinartroză

18. Diartrozele apar în următoarele locuri, *cu excepția*
    A. genunchiului
    B. cotului
    C. încheieturii mâinii
    D. craniului

19. Funcția lichidului sinovial este
    A. reglarea conținutului de calciu din articulație
    B. lubrifierea unei diartroze
    C. sinteza proteinelor din ligamente
    D. producerea de celule sanguine

20. O articulație trohleară se găsește la nivelul
    A. coloanei vertebrale
    B. joncțiunii dintre atlas și axis
    C. genunchiului
    D. cavității glenoide

21. Articulația în care un capăt osos concav se articulează cu unul convex este o
    A. articulație plană
    B. articulație sferoidală
    C. articulație trohleară
    D. articulație selară

22. Mișcarea articulară prin care se micșorează unghiul dintre două oase se numește
    A. protracție
    B. flexie
    C. pronație
    D. supinație

23. Îndepărtarea unei părți a corpului de linia mediană, urmată de aducerea ei înapoi, reprezintă două mișcări denumite
    A. pronație și supinație
    B. elevare și depresie
    C. abducție și adducție
    D. flexie și extensie

24. Pronația este o mișcare articulară în care
    A. antebrațul se rotește aducând palma spre posterior
    B. antebrațul se rotește aducând palma spre anterior
    C. umerii sunt ridicați
    D. umerii sunt coborâți

25. Rotirea labei piciorului cu talpa spre exterior se numește
    A. extensie
    B. protracție
    C. eversie
    D. abducție

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul* subliniat *pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Oasele plate oferă protecție creierului și organelor din abdomen.
2. Porțiunile terminale ale oaselor lungi se numesc diafize.
3. Oasele neregulate includ oasele wormiene aflate la nivelul craniului.
4. Scheletul membrelor include oasele ce formează craniul, coloana vertebrală și cutia toracică.
5. Matricea de fibre proteice a osului este alcătuită din albumină.
6. Locul în care sunt produse celulele sanguine se numește osteon.
7. Acolo unde osul nu este acoperit de cartilaj, el este învelit de o membrană de țesut conjunctiv denumită epiost.
8. Unitatea anatomică de bază a osului compact este osteonul.
9. Formarea osului este realizată de osteoblaste, care devin ulterior celule responsabile de întreținerea și reparația osului, numite osteoclaste.

10. Spațiile din interiorul inelelor osoase ale osteonului ce conțin osteocite se numesc lamele.
11. Osificarea intramembranoasă are loc în oasele membrelor inferioare.
12. Osificarea endocondrală are loc la nivelul plăcii diafizare.
13. Creșterea în lungime a osului se încheie când placa epifizară se transformă în cartilaj.
14. Osteoclastele dizolvă osul și furnizează organismului fosfat și calciu.
15. Osteoporoza este o afecțiune caracterizată de formarea excesivă a osului.
16. Articulațiile ce permit mișcări libere se numesc sinartroze.
17. Articulația dintre osul frontal și oasele parietale se numește sutură.
18. Diafizele a două oase lungi adiacente sunt unite printr-o membrană fibroasă, în articulația denumită gomfoză.
19. Simfiza pubiană este un exemplu de diartroză.
20. Lichidul sinovial lubrifiază articulațiile în care se întâlnesc două oase plate.
21. La nivelul patelei și între piele și protuberanțele osoase de sub piele, se întâlnesc saci închiși, cu conținut fluid, numiți burse.
22. Articulația dintre femur și acetabul este un exemplu de articulație sferoidală.
23. O articulație condiloidă este un tip de diartroză în care mișcarea este posibilă într-un singur plan.
24. Flexia este mișcarea articulară prin care unghiul dintre două oase se mărește.
25. Abducția este mișcarea prin care o parte a corpului este îndepărtată de linia mediană, pe când supinația reprezintă mișcarea prin care o parte a corpului este apropiată de linia mediană.

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Joey are 12 ani și vrea să își dezvolte masa musculară. Ca atare, se antrenează ridicând greutăți, crescând zilnic masa totală a acestora. Într-o zi a simțit o durere ascuțită în apropierea cotului, fiind incapabil să mai ridice greutăți. Doctorul care l-a examinat i-a spus că humerusul său a început să se rupă la un capăt. Ce s-a întâmplat? Care este explicația anatomică? O femeie de 25 de ani ar întâmpina aceleași probleme dacă ar începe să ridice greutăți?

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 6.7

1. c
2. f
3. b
4. a
5. g
6. h
7. e
8. d

Figura 6.8

1. b
2. f
3. j
4. d
5. a
6. c
7. e
8. k
9. h
10. l
11. i
12. g

SECȚIUNEA B - Completare

1. oase plate
2. oasele lungi
3. ligamente
4. oase wormiene
5. scheletul axial
6. tarsiene
7. hidroxiapatită
8. colagenul
9. celulelor sanguine
10. sternul
11. epifize
12. cartilaj articular
13. periost
14. os spongios
15. măduvă galbenă
16. trabecule
17. osteonul
18. lacune
19. canale perforante
20. osteoblastele
21. osificare
22. osificare intramembranoasă
23. osificare endocondrală
24. placă epifizară
25. osteoclaste
26. calciu
27. osteoporoză
28. amfiartroze
29. sinartroză
30. sutura
31. gomfoză
32. vertebrale

33. cavitate sinovială
34. diartroze
35. lichid sinovial
36. menisc
37. ligamente
38. burse
39. articulație pivotală
40. articulație sferoidală
41. articulație condiloidă
42. articulație selară
43. flexie
44. abducție
45. adducție
46. rotație
47. supinație
48. extensie
49. retracție
50. protracție

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. B	6. A	11. D	16. C	21. B
2. D	7. D	12. B	17. A	22. B
3. A	8. C	13. C	18. D	23. C
4. D	9. C	14. C	19. B	24. A
5. A	10. C	15. B	20. C	25. C

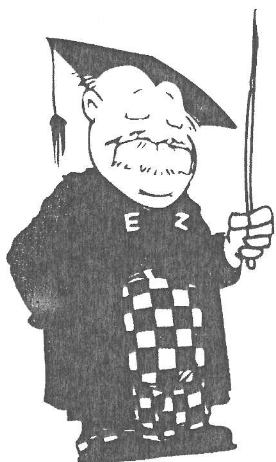
SECȚIUNEA D - Adevărat/Fals

1. torace
2. epifize
3. A
4. axial
5. colagen
6. măduva roșie
7. periost
8. A
9. osteocite
10. lacune
11. craniului
12. plăcii epifizare
13. os
14. A
15. resorbția
16. diartroze
17. A
18. sindesmoză
19. amfiartroză
20. lungi
21. A
22. A
23. articulație trohleară
24. se micșorează
25. adducția

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Humerusul lui Joey s-a rupt la nivelul metafizei distale, pentru că aceasta nu era complet osificată. O femeie de 25 de ani nu ar avea această problemă, în cazul ei metafizele fiind osificate.

7



Sistemul osos

CE VEŢI ÎNVĂŢA

Acest capitol este dedicat sistemului osos. Parcurgând acest capitol, veţi învăţa să:

- clasificaţi oasele în oase ale scheletului axial şi oase ale extremităţilor;
- denumiţi şi să caracterizaţi oasele, în asociere cu funcţiile lor;
- diferenţiaţi curburile fiziologice ale coloanei vertebrale de cele patologice;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Corpul uman conţine 206 oase, organizate într-o structură numită **schelet**. Oasele scheletului sunt controlate de sute de muşchi scheletici, care la rândul lor sunt controlaţi de impulsuri nervoase primite de la sistemul nervos central.

Din punct de vedere anatomic, scheletul este împărţit în două mari categorii. **Scheletul axial** este compus din oase ale axului central al corpului (de exemplu, craniul, coloana vertebrală şi cutia toracică). **Scheletul membrelor** este compus din oasele membrelor superioare şi inferioare, precum şi oasele care ataşează membrele la corp.

SCHELETUL AXIAL

Scheletul axial, reprezentând axul central al corpului uman, este alcătuit din 80 de oase (Figura 7.1). Acestea sunt: oasele cutiei toracice, ale coloanei vertebrale, ale cutiei craniene şi osul hioid. **Cutia craniană** prezintă două regiuni distincte: craniul şi oasele feţei. Majoritatea oaselor **craniului** sunt plate şi strâns legate între ele. **Oasele feţei** adăpostesc câteva din organele de simţ ale capului: ochii, urechile şi nasul.

CRANIUL

Craniul conţine 8 oase unite între ele prin articulaţii imobile, zimţate, numite **suturi**. Calota craniană este alcătuită din trei oase: **osul frontal**, care formează fruntea şi porţiunea anterioară a calotei craniene; două **oase parietale**, plate, curbate, unite între ele pe linia mediană, care formează porţiunea posterioară a calotei craniene; **osul occipital**, care formează baza posterioară a craniului (Figura 7.2).

Osul frontal conţine **foramenele supraorbitale**, orificii prin care nervii şi vasele de sânge trec către frunte, precum şi **sinusurile frontale**. Osul occipital prezintă un orificiu mare, prin care creierul se continuă cu măduva spinării, numit **foramen magnum**. Acest os prezintă, de asemenea, două protuberanţe rotunjite, numite **condilii occipitali**. La acest nivel, cutia craniană se articulează cu partea superioară a coloanei vertebrale.

Pereţii laterali ai craniului sunt formaţi din două **oase temporale**. Aceste oase formează parţial şi baza craniului. Prin **meatul acustic extern**, un orificiu al osului temporal, undele sonore pătrund în cutia craniană. Sunetul traversează meatul acustic extern ajungând la urechea internă, situată profund în interiorul osului temporal. Sub fiecare dintre cele două orificii se află o protuberanţă rotunjită, **apofiza mastoidă**, locul de ataşare pentru mulţi dintre muşchii gâtului. Sub fiecare meat auditiv se găseşte şi o proeminenţă ascuţită, **apofiza stiloidă**. Aceasta reprezintă locul în care se ataşează muşchii faringelui şi ai limbii. **Fosa mandibulară** este o depresiune care marchează locul în care osul temporal se articulează cu mandibula. **Apofiza zigomatică** este o protuberanţă a osului temporal, care formează pomeţii obrajilor. Caracteristicile oaselor sunt descrise în Tabelul 7.1.

Osul sfenoid are forma unui fluture şi formează partea anterioară a bazei interne a cutiei craniene. Glanda hipofiză este aşezată în **şaua turcească**, o depresiune în formă de şa a osului sfenoid. Faţa superioară a osului sfenoid conţine o fantă, numită **fisura orbitală** superioară, prin care trec vase şi nervi.

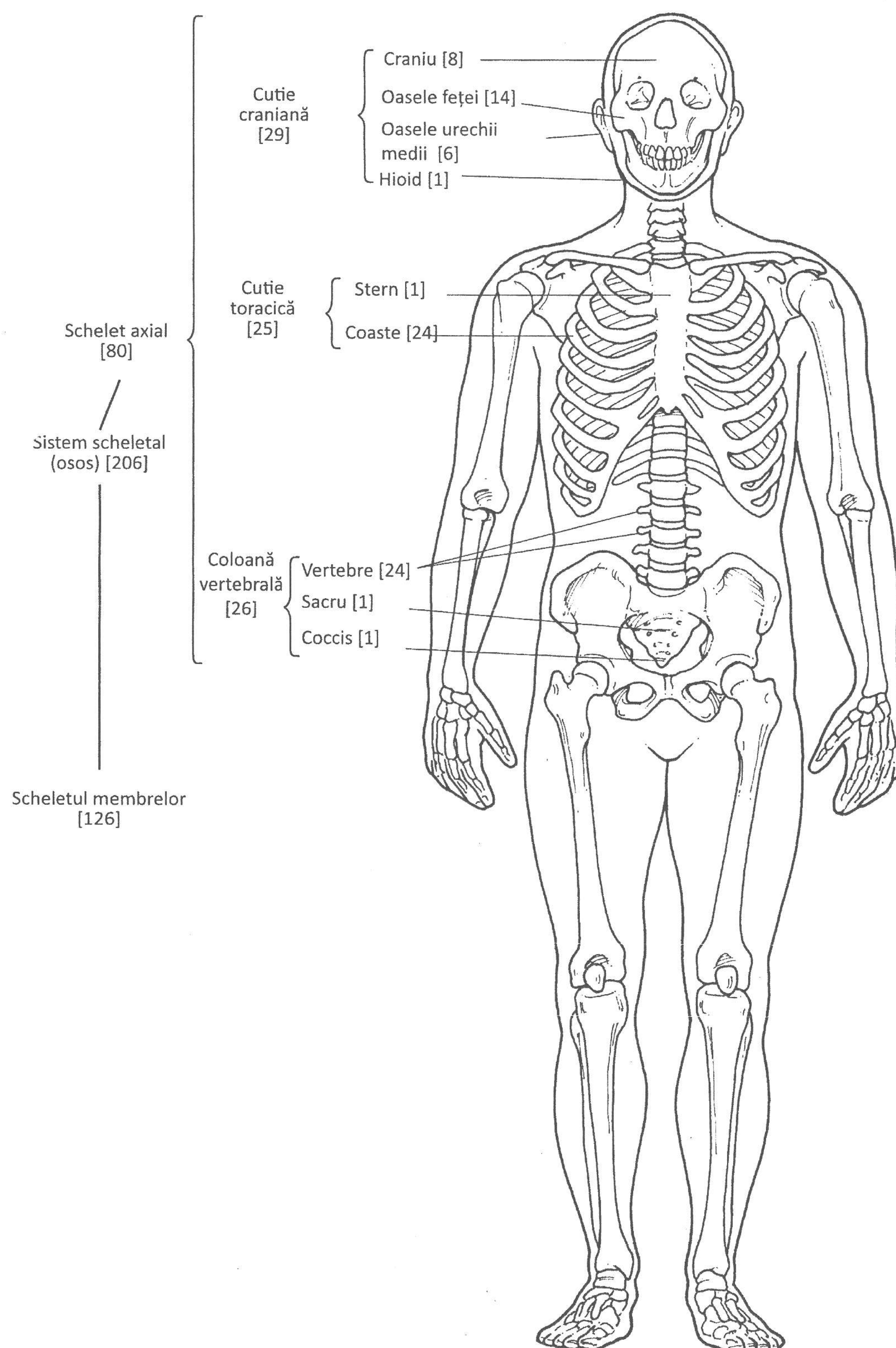


FIGURA 7.1 Oasele scheletului axial uman. Scheletul axial complet este format din 80 de oase. Cifrele din paranteze indică numărul total de oase pentru fiecare componentă a scheletului.

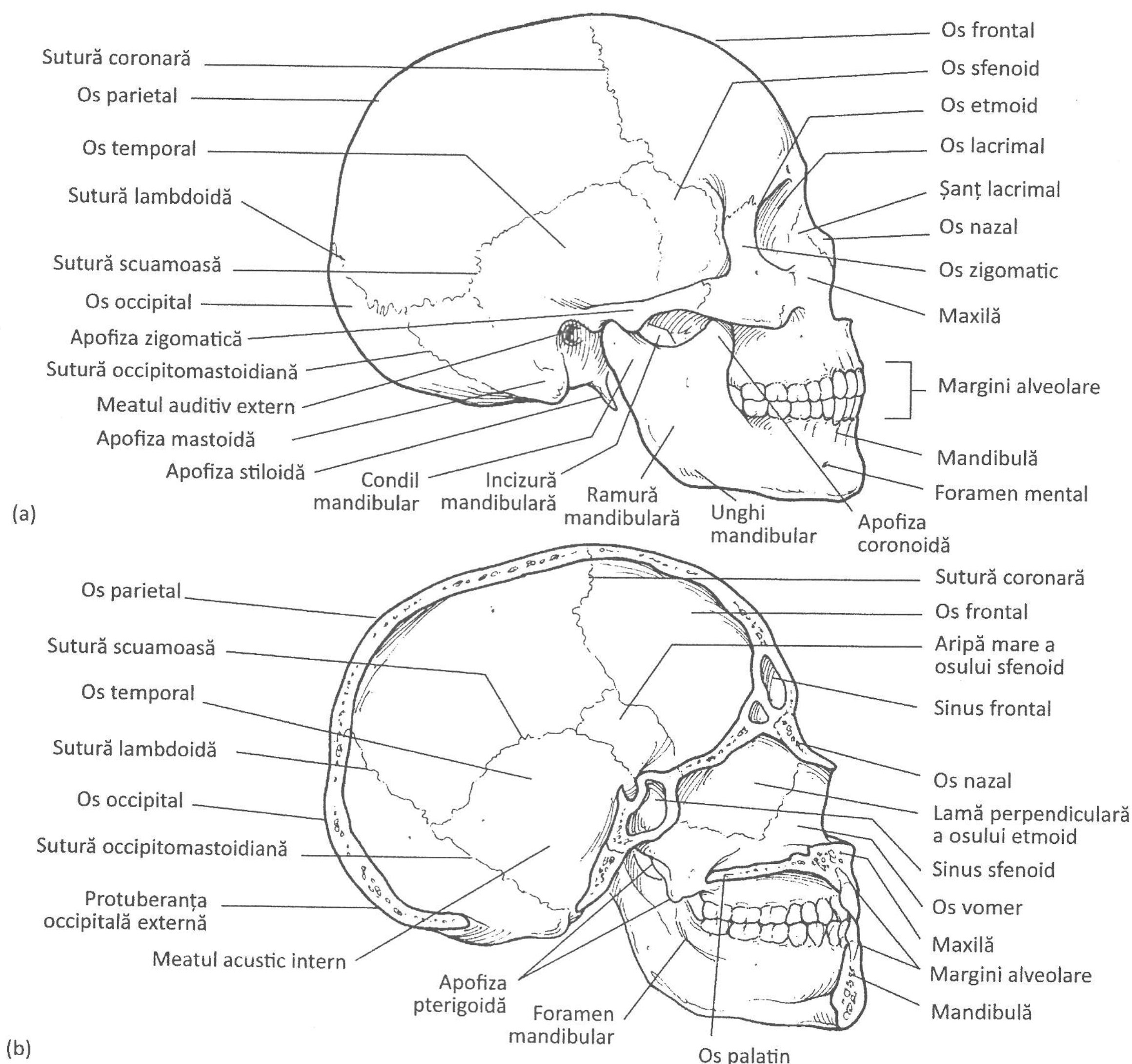


FIGURA 7.2 Cutia craniană - vedere laterală. (a) Anatomia externă a cutiei craniene, vedere lateral-dreaptă. (b) Anatomia internă a cutiei craniene, vedere sagitală a părții stângi a craniului.

Osul etmoid separă cavitatea nazală de restul craniului. Fibrele nervilor olfactivi (simțul mirosului) trec dinspre nas către creier prin perforații (numeroase găuri mici) ale osului etmoid. Aceste perforații se găsesc în două lamele osoase subțiri, orizontale, denumite **lamele ciuruite** ale etmoidului. Între cele două lame ciuruite se află o proeminență triunghiulară, verticală, numită **crista galli** (Figura 7.3).

Oasele craniului sunt unite între ele prin suturi. La nou-născuți, însă, oasele nu sunt unite și spațiile dintre ele sunt încă membranoase. Aceste zone membranoase sunt numite **fontanele** („moalele capului"). Dezvoltarea incompletă a cutiei craniene îi permite acesteia să se îngusteze ușor în timpul nașterii și să crească semnificativ odată cu vârsta. După al doilea an de viață, fontanelele se osifică și suturile se formează complet.

TABELUL 7.1 CARACTERISTICILE OASELOR ȘI DESCRIEREA LOR

Deschideri	
Fisură	Fantă situată între două oase, prin care trec vase și nervi (ex. fisura orbitală superioară a osului sfenoid)
Foramen	Orificiu situat într-un os, traversat de vase și nervi (ex. foramenul mare al osului occipital)
Meat	Pasaj tubular printr-un os (ex. meatul auditiv al osului temporal)
Sinus	Cavitate într-un os (ex. sinusul frontal)
Depresiuni	
Fosă	Adâncitură simplă sau escavație pe suprafața unui os (ex. fosa mandibulară a osului temporal)
Șanț (sulcus)	Șanț pe suprafețe osoase care poate conține vase, nervi sau tendoane (ex. șanțul maleolar tibial)
Procese articulare	
Condil	Protuberanță mare, convexă, la unul din capetele osoase (ex. condilul medial sau lateral al femurului)
Cap	Protuberanță rotundă, separată de restul osului printr-o porțiune îngustă numită gât (ex. capul femurului)
Fațetă	Suprafață fină, plată (ex. fațetă costală)
Procese pentru inserția tendoanelor, mușchilor și a ligamentelor	
Creastă	Margine osoasă proeminentă (ex. creasta iliacă a osului coxal)
Epicondil	Protruzie deasupra unui condil (ex. epicondilii laterali femurali)
Linie	Margine mai puțin proeminentă pe suprafața osului (ex. linia aspră a femurului)
Tubercul	Protuberanță mică, rotundă (ex. tuberculul mare al humerusului)
Tuberozitate	Protuberanță mare, rotundă, de obicei rugoasă (ex. tuberozitatea ischiadică a osului coxal)
Trohanter	Protuberanță mare (ex. trohanterul mare al femurului)

OASELE FEȚEI

Masivul facial este format din 14 oase. Pe aceste oase se atașează mușchii masticatori. În același timp, ele oferă puncte de susținere și altor mușchi ai feței și ai capului.

Două oase, denumite **oasele nazale,** fuzionează pe linia mijlocie formând puntea nasului. Lama verticală a **osului vomer**, componentă a **septului nazal**, împarte cavitatea nazală într-o cameră dreaptă și una stângă. Pereții laterali ai cavității sunt formați din lame osoase denumite **cornetele nazale inferioare**. Cornetele și vomerul sunt acoperite de membrane mucoase.

Sub orbite sunt situate două oase ce reprezintă structuri de suport al feței și formează parțial pomeții obrajilor. Aceste două oase sunt **oasele zigomatice**. Fiecare os zigomatic

prezintă o **apofiză temporală**, care se unește cu apofiza zigomatică a osului temporal formând **arcul zigomatic** de la nivelul pomeților obrajilor.

Cele mai mici oase faciale sunt **oasele lacrimale**, care se găsesc la nivelul unghiului medial al ochiului. Șanțurile de pe oasele lacrimale permit scurgerea lacrimilor din orbită către cavitatea nazală.

Maxilarul superior este o denumire improprie a celor două **maxile** sudate între ele pe linia mediană. Ele conțin sinusuri de mari dimensiuni, numite **sinusurile maxilare**. Porțiunea anterioară a palatului dur este formată din oasele maxilare, iar cea posterioară din **oasele palatine**. Oasele palatine formează planșeul și pereții laterali ai cavității nazale.

Maxilarul inferior (o altă denumire improprie) este format dintr-un os în formă de potcoavă denumit **mandibulă** (Figura 7.4) atașată de cutia craniană printr-o articulație de tip balama. La fiecare extremitate a mandibulei există câte un proces orientat cranial. O parte a procesului, **condilul mandibular**, se articulează cu **fosa mandibulară** a osului temporal. Cealaltă parte, **apofiza coronoidă**, reprezintă locul de atașare a mușchilor masticatori. **Osul hioid**, un os mic, arcuit, permite atașarea mușchilor limbii și a laringelui. Nu se articulează în mod direct cu nici un alt os.

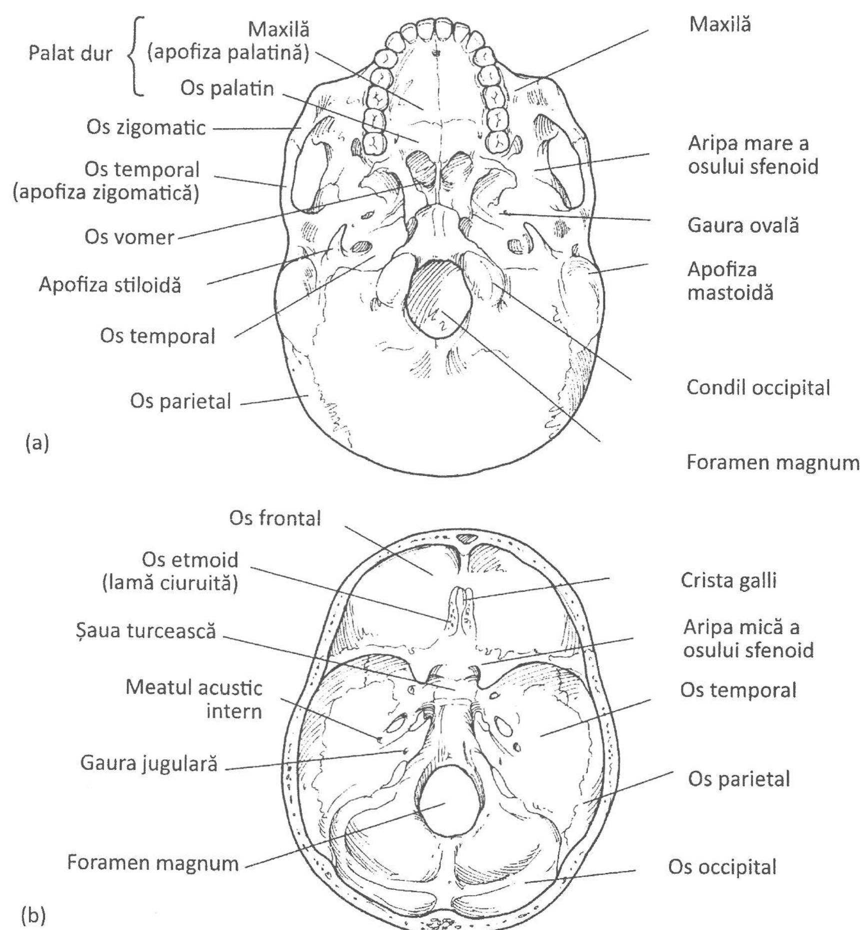


FIGURA 7.3 Cutia craniană - vedere superioară și inferioară. (a) Mandibula este îndepărtată în această imagine, vedere inferioară. (b) Calota craniană a fost îndepărtată în această imagine, vedere superioară.

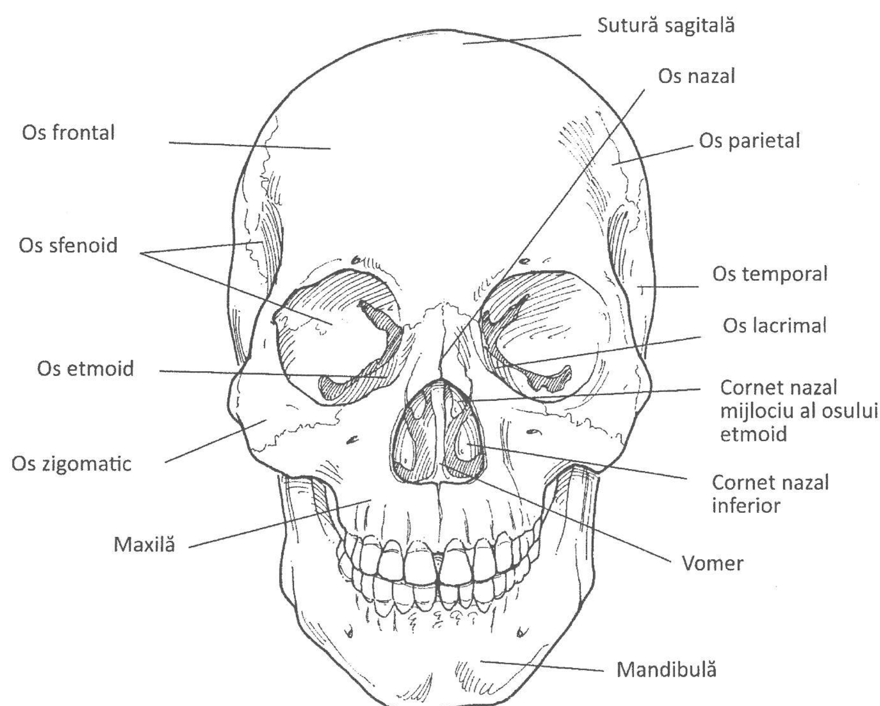


FIGURA 7.4 Craniul, vedere anterioară.

COLOANA VERTEBRALĂ

Coloana vertebrală (denumită de asemenea, şira spinării) se extinde descendent de la baza craniului. Conţine 26 de oase, denumite **vertebre** (Figura 7.5). Întreaga coloană vertebrală cuprinde 7 **vertebre cervicale** (în regiunea gâtului), 12 **vertebre toracale** (în regiunea toracelui), 5 **vertebre lombare** (în regiunea lombară), osul **sacru** (format prin fuziunea a 5 vertebre sacrale) şi **coccisul** (format din fuziunea a 4 vertebre coccigiene).

Până deasupra sacrului, vertebrele sunt separate între ele prin intermediul **discurilor intervertebrale**. Aceste discuri, formate din cartilaj fibros, cu un nucleu central mai moale, absorb şocurile şi permit flexibilitatea coloanei vertebrale. O presiune excesivă poate determina bombarea spre exterior a discului, afecţiune numită **hernie de disc**. O hernie de disc este extrem de dureroasă, deoarece bombarea discului comprimă măduva spinării sau un nerv spinal, producând o durere intensă şi senzaţia de amorţeală.

Privită din lateral, coloana vertebrală este curbată anterior în regiunile cervicală şi lombară, şi posterior, în regiunile toracală şi sacrală (Fig 7.5b). Aceste curburi întăresc coloana vertebrală şi îi cresc flexibilitatea. O curbură laterală anormală a coloanei vertebrale poartă numele de **scolioză**. O exagerare a curburii posterioare toracice poartă numele de **cifoză** (cocoaşă). O exagerare a curburii lombare se numeşte **lordoză**.

Vertebrele individuale variază în dimensiune și formă. Fiecare vertebră prezintă un **corp**, cilindrul osos, situat între discuri, ce susține greutatea. Corpurile vertebrale se opun forțelor de compresie exercitate în timpul mișcărilor.

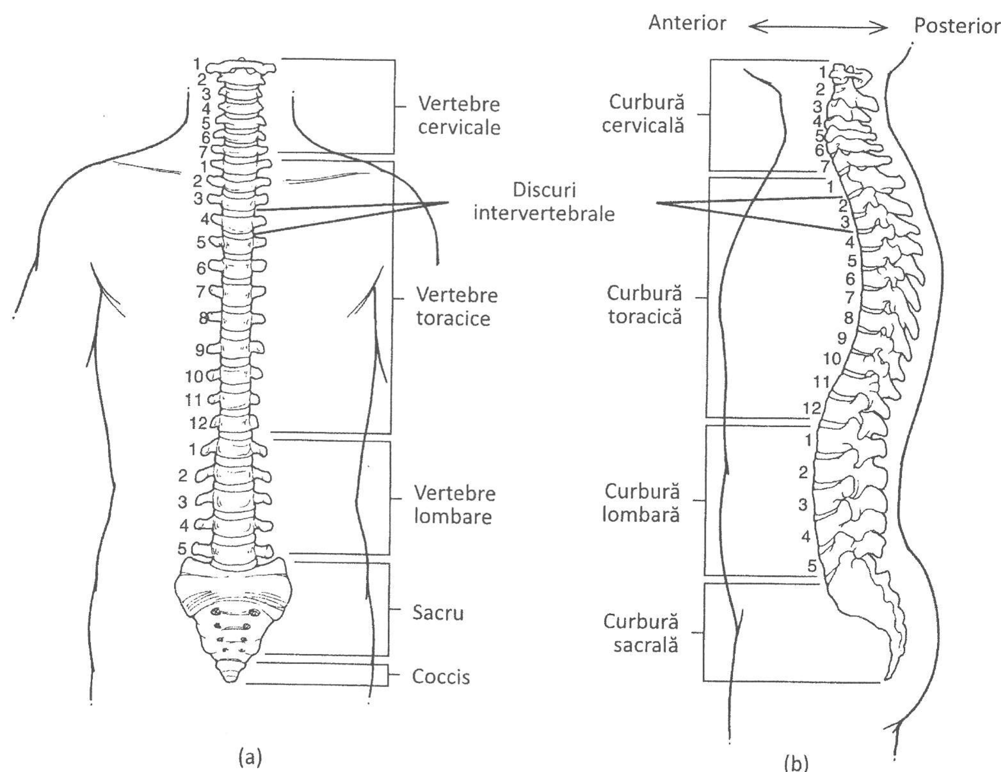


FIGURA 7.5 Coloana vertebrală a scheletului axial. (a) Vedere anterioară a coloanei, ce arată localizarea vertebrelor. (b) Vedere laterală dreaptă. În această imagine sunt prezentate curburile coloanei vertebrale.

Fiecare vertebră prezintă un **arc vertebral**, care se extinde în spatele corpului înconjurând și protejând măduva spinării, pe măsură ce aceasta traversează găurile vertebrale (foramene vertebrale) (Figura 7.6). Vertebrele au, de asemenea, **apofize spinoase** în apropierea liniei mijlocii și **apofize transverse** de fiecare parte a liniei mijlocii. Ambele tipuri de apofize reprezintă locul de atașare a mai multor mușchi ai spatelui, dar și al ligamentelor care susțin coloana vertebrală. Aceeași funcție de susținere o au și **apofizele articulare** superioare și inferioare.

Arcul vertebral este format din doi **pediculi**. Aceștia sunt cilindri osoși scurți care se desprind din corpul vertebral și se orientează spre posterior, formând părțile laterale ale arcului vertebral.

Pediculii prezintă incizuri la nivelul marginilor lor care, împreună cu incizurile pediculilor de pe vertebrele adiacente, formează orificii numite **foramene intervertebrale**.

Nervii cu originea la nivelul măduvei spinării trec prin aceste orificii și se distribuie către țesuturi.

Două dintre vertebrele cervicale prezintă particularități. Prima vertebră, numită **atlas**, susține și contribuie la mișcările capului. Cele două procese ale sale, denumite **fațete**, se articulează cu condilii occipitali ai cutiei craniene. Cea de-a doua este **axisul**. **Apofiza**

odontoidă (dintele) a acestui os se orientează în sus și pătrunde în gaura vertebrală a atlasului. Rotațiile capului au la bază această articulație.

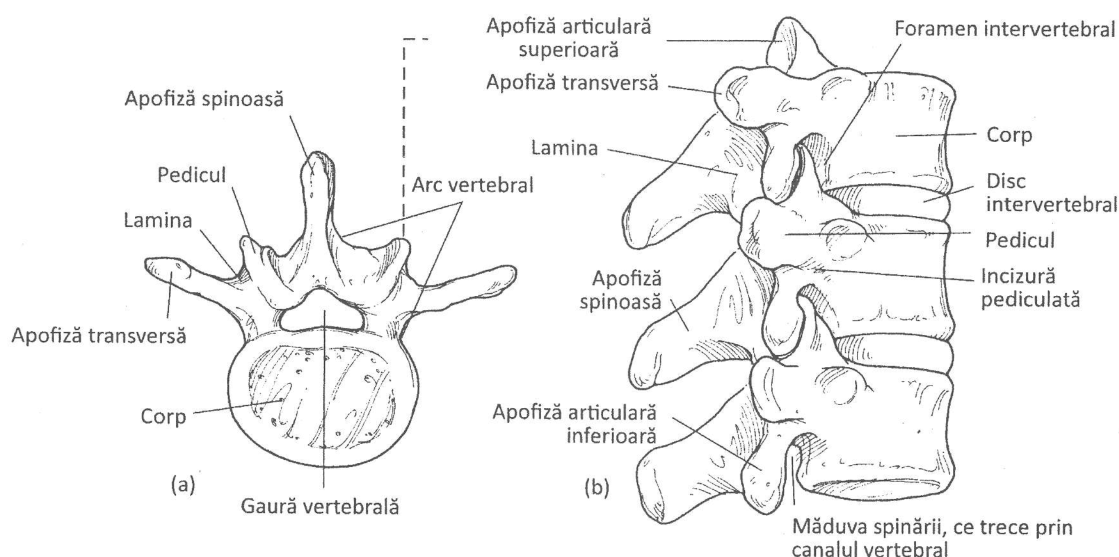


FIGURA 7.6 Detaliile unei vertebre tipice. (a) Vedere de sus a unei vertebre ilustrând apofizele vertebrale cele mai importante. (b) Vedere laterală dreaptă ce ilustrează trei vertebre, cu structurile asociate.

CUTIA TORACICĂ

Cutia toracică este formată de stern și coaste, care împreună alcătuiesc o cutie protectoare. Sternul este compus din trei părți: **manubriul**, porțiunea superioară cu formă de scut, **corpul**, de forma unei lame de pumnal, așezat central și atașat de coaste, și **apofiza xifoidă**, în partea inferioară.

Adultul prezintă 12 perechi de **coaste** (Figura 7.7). Primele 7 perechi se numesc **coaste adevărate**, pentru că se articulează direct cu sternul prin intermediul **cartilajelor costale hialine**. Acest tip de articulație asigură flexibilitate coastelor și amortizează șocurile exercitate asupra cutiei toracice. Capetele plate ale coastelor se numesc **fațete**.

Următoarele 5 perechi de coaste se numesc **coaste false**, deoarece nu se articulează direct cu sternul. Coastele 8, 9, 10 prezintă cartilaje costale dar acestea fuzionează cu cartilajul coastei 7. Coastele 11 și 12 nu prezintă cartilaj, nu se atașează sternului și se numesc **coaste flotante**.

DE REȚINUT
Oasele membrului superior și inferior sunt oase periferice. Toate celelalte oase ale capului și trunchiului sunt axiale.

SCHELETUL MEMBRELOR

Scheletul membrelor este compus din 126 de oase ale membrelor, precum și din oase care conectează membrele la scheletul axial. Oasele de legătură sunt cunoscute sub denumirea de **centuri**. Există două astfel de centuri: **centura scapulară**, care conectează brațele de cutia toracică și **centura pelvină**, care conectează oasele membrelor inferioare la sacru (Figura 7.8).

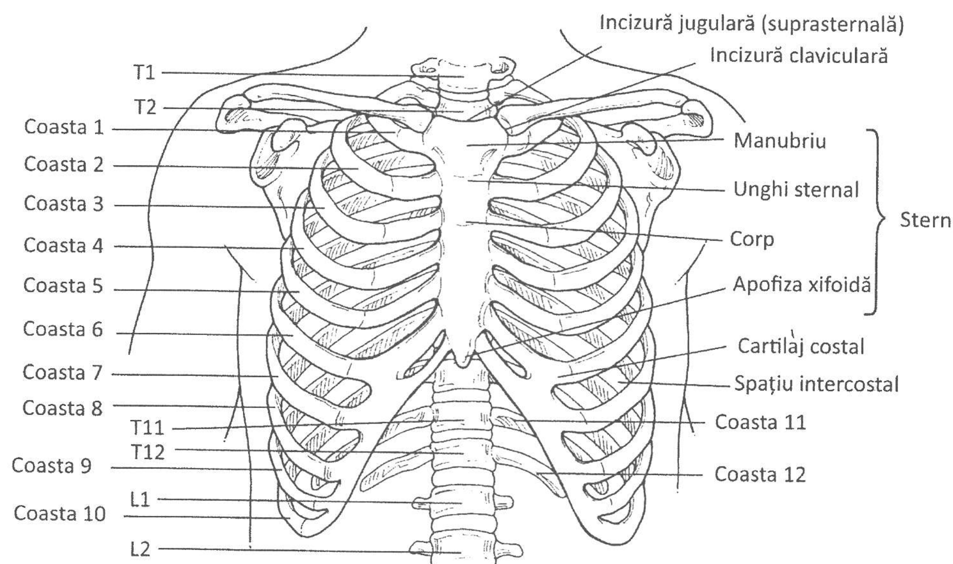


FIGURA 7.7 Vedere anterioară a cutiei toracice, parte a scheletului axial. Zece perechi de coaste sunt ataşate de cartilajele costale, iar două perechi sunt coaste flotante.

MEMBRUL SUPERIOR ŞI CENTURA SCAPULARĂ

Centura scapulară este compusă din scapulă şi claviculă. **Scapula** este un os mare, triunghiular, ataşat de scheletul axial prin intermediul muşchilor şi al ligamentelor. Suprafaţa posterioară a fiecărei scapule conţine o porţiune osoasă numită **spina scapulei**. Spina scapulei se continuă cu **acromionul**, care formează o proeminenţă la nivelul umărului, şi cu **apofiza coracoidă**. Ambele procese reprezintă arii de inserţie musculară. Capătul lateral, îngust, al fiecărei scapule formează o cavitate prin intermediul căreia scapula se articulează cu osul braţului. Această cavitate se numeşte **fosa glenoidă**.

Clavicula este un os în formă de tijă, care ataşează scapula de partea superioară a sternului. Muşchii care se inseră pe scapulă şi claviculă conectează oasele membrului superior de scheletul axial. Osul braţului, care se articulează cu scapula la nivelul cavităţii glenoide, se numeşte **humerus.** La extremitatea superioară, humerusul prezintă un **cap** neted şi rotund. Sub capul humerusului se află două mici protuberanţe, **tuberculul mare** şi **tuberculul mic**, care reprezintă zone de inserţii musculare.

Şanţul intertubercular este depresiunea dintre tuberculul mare şi cel mic. Aproape de mijlocul humerusului întâlnim o rugozitate, denumită **tuberozitatea deltoidiană**. Aceasta are forma literei „V" şi reprezintă zona de inserţie a muşchiului deltoid. La nivelul extremităţii inferioare a humerusului se găsesc doi **condili**, iar deasupra lor, doi **epicondili**; la nivelul celor doi condili, trohleea şi capitulum, se articulează oasele antebraţului, ulna şi radiusul; cei doi epicondili servesc pentru inserţii musculare. **Fosa coronoidă** este o depresiune aflată între epicondili, în care pătrunde apofiza coronoidă a ulnei. O altă depresiune, **fosa olecraniană**, este destinată olecranului ulnei (Figura 7.9).

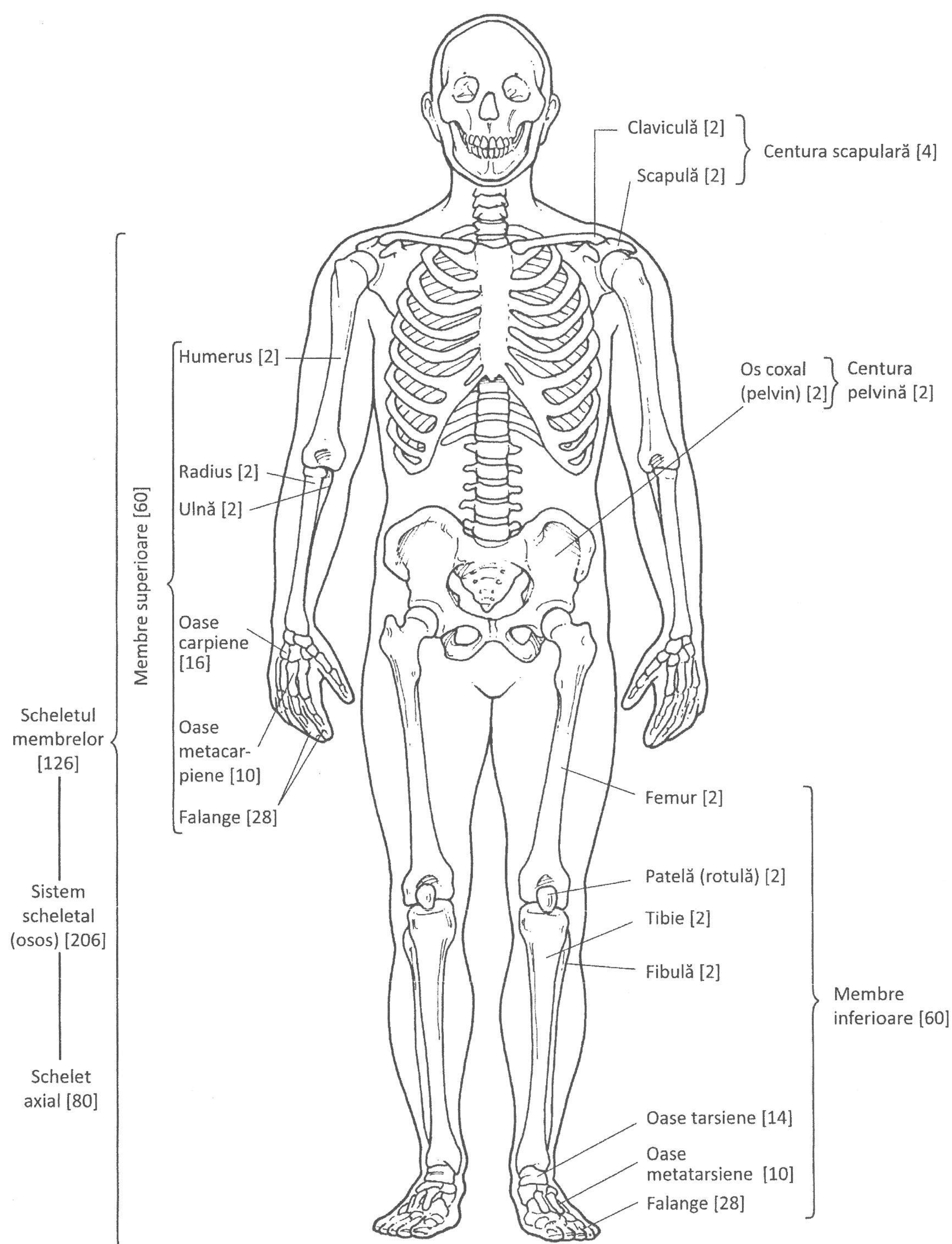


FIGURA 7.8 Scheletul membrelor, alcătuit din 126 de oase. Cifrele din paranteze indică numărul total de oase pentru fiecare componentă a scheletului.

Humerusul se articulează la nivelul cotului cu cele două oase ale antebrațului, **radiusul** și **ulna**. Ulna, osul situat medial pe antebraț (de partea degetului mic) se articulează cu humerusul la nivelul **apofizei coronoide**, de dimensiuni mai mici, și al **olecranului** care este mai mare, formând cotul. Radiusul, osul lateral al antebrațului (de partea degetului mare) se articulează cu humerusul la nivelul **capului** radial. **Tuberozitatea radială** proximală reprezintă zonă de inserții musculare, iar **procesul stiloid** de la nivelul capătului distal al radiusului primește ligamentele încheieturii mâinii. **Membrana interosoasă** conectează marginile interosoase ale radiusului și ulnei.

Radiusul și ulna se articulează distal cu o serie de oase mai mici ale încheieturii mâinii, numite **oase carpiene**. Există 8 oase carpiene așezate în două rânduri a câte patru. Oasele carpiene se numesc pisiform, semilunar, piramidal, osul cu cârlig (hamatum), capitat, scafoid, trapez și trapezoid. Dimensiunile mici ale acestor oase și articulațiile dintre ele permit o mare flexibilitate a încheieturii mâinii.

Oasele carpiene se articulează cu **metacarpienele**, 5 oase numerotate de la 1 la 5, la nivelul palmei. Metacarpienele, la rândul lor, se articulează cu oasele degetelor, numite **falange**. Degetul mare are două falange, iar fiecare dintre celelalte degete are 3 falange.

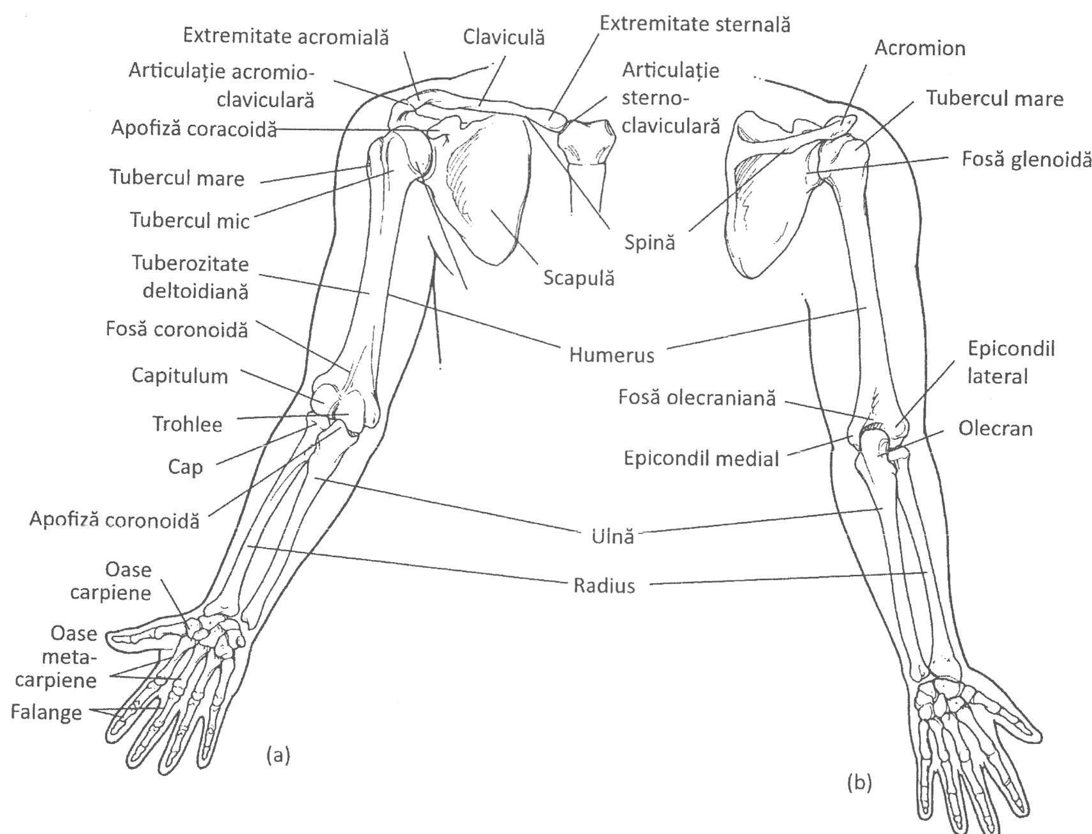


FIGURA 7.9 Membrul superior drept și centura scapulară. (a) Vedere anterioară ilustrând structurile importante pentru articulații și inserții musculare. (b) Vedere posterioară a membrului superior drept.

CENTURA PELVINĂ ŞI MEMBRUL INFERIOR

Centura pelvină este alcătuită din **oasele pelvisului** sau **coxale**. Oasele coxale formează bazinul care conţine organele din abdomenul inferior. Ele se articulează cu osul sacru prin intermediul unui ţesut conjunctiv fibros.

Fiecare os coxal este format din fuziunea a trei oase: **ilion**, **ischion** şi **pubis**. Partea superioară liberă, lărgită a pelvisului este ilionul. Marginea acestuia se numeşte **creasta iliacă**. În regiunea posterioară, ilionul se articulează cu sacrul în **articulaţia sacroiliacă**.

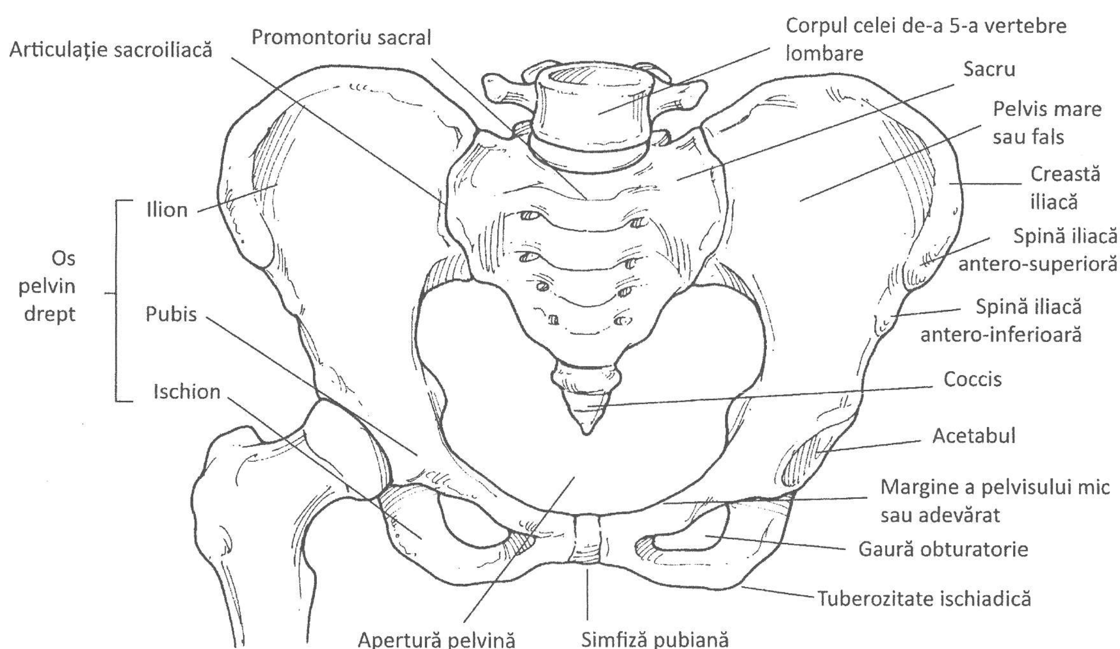


FIGURA 7.10 Structura centurii pelvine.

Ischionul este partea inferioară a osului coxal. Zona pe care şedem este formată din cele două ischioane. Fiecare ischion are o proeminenţă largă, rugoasă, numită **tuberozitatea ischiadică**, unde se ataşează ligamentele şi muşchii membrului inferior. Deasupra fiecărei tuberozităţi se află o protuberanţă ascuţită, numită **spina ischiadică**. Ischionul, ilionul şi pubisul se întâlnesc formând o zonă cavitară în formă de cupă, numită **acetabul**. Capul rotund al femurului (osul coapsei) se articulează cu acetabulul.

Oasele pubiene fuzionează la nivelul liniei mediane într-o articulaţie numită **simfiza pubiană**. La femeie, simfiza pubiană este flexibilă şi permite creşterea diametrelor pelvisului, facilitând pasajul fetusului prin canalul genital în timpul naşterii (Tabelul 7.2 compară pelvisul feminin cu cel masculin). Între corpurile pubisului şi ischionului se află un orificiu larg, numit **gaura obturatorie**, care permite pasajul nervilor şi al vaselor de sânge către membrul inferior. Gaura obturatorie este cel mai larg foramen al scheletului.

TABELUL 7.2 COMPARAȚIE ÎNTRE PELVISUL FEMININ ȘI CEL MASCULIN

Aspect	Comparație
Pelvisul	Oasele pelvisului feminin sunt mai ușoare, mai subțiri și au mai puține inserții musculare. Gaura obturatorie și acetabulul sunt mai mici și mai îndepărtate între ele decât la bărbați.
Cavitatea pelvină (micul bazin)	Cavitatea pelvină feminină este mai largă, mai scurtă și mai încăpătoare, cu un aspect de pâlnie, mai mică decât a bărbatului. Distanțele dintre spinele ischiadice și tuberozitățile ischiadice sunt mai mari decât la bărbat.
Osul sacru	Sacrul este mai larg la femei, iar curbura sacrată este mai arcuită posterior decât la bărbat.
Coccisul	La femei, coccisul este mult mai flexibil decât la bărbați.

Osul coapsei este numit **femur.** Femurul se articulează la nivelul centurii pelviene prin acetabul și este cel mai mare și mai rezistent os al corpului. Porțiunea superioară a femurului este alcătuită din **capul femural**, rotund, de dimensiuni mari, un **gât** și două proeminențe denumite **trohanterul mare** și **trohanterul mic**. De aceste proeminențe se atașează mușchii membrelor inferioare și ai feselor. La capătul distal al femurului se află două protuberanțe rotunjite, **condilul medial** și **cel lateral**, care se articulează cu condilii tibiali.

Femurul întâlnește oasele gambei la nivelul rotulei sau **patelei**. Oasele gambei sunt tibia, sau „fluierul piciorului", și fibula. **Tibia** este mai mare și se situează în partea medială a gambei. Ea prezintă un **condil medial** și unul **lateral** care se articulează cu condilii femurali. Pe fața anterioară a tibiei se găsește **tuberozitatea tibială**, care reprezintă locul de inserție a ligamentului patelar. La nivelul gleznei se află o proeminență numită **maleola medială**, care prezintă multiple inserții ligamentare; **șanțul maleolar** este un șanț pentru pasajul vaselor. **Fibula** este osul mai subțire, aflat în partea laterală a gambei. La capătul distal al fibulei se află **maleola laterală**, de care, de asemenea, se atașează ligamente (Figura 7.11).

Glezna este formată din 7 **oase tarsiene**. Numele oaselor tarsiene sunt: talus, calcaneu, navicular, cuboid, cuneiform medial, cuneiform intermediar și cuneiform lateral. Tarsienele se articulează cu **metatarsienele** (de la 1 la 5) la nivelul piciorului. Metatarsienele se unesc, la rândul lor, cu oasele degetelor, numite **falange**. Degetul mare are două falange și fiecare dintre celelalte degete are 3 falange. Degetele de la mână au aceeași așezare a falangelor.

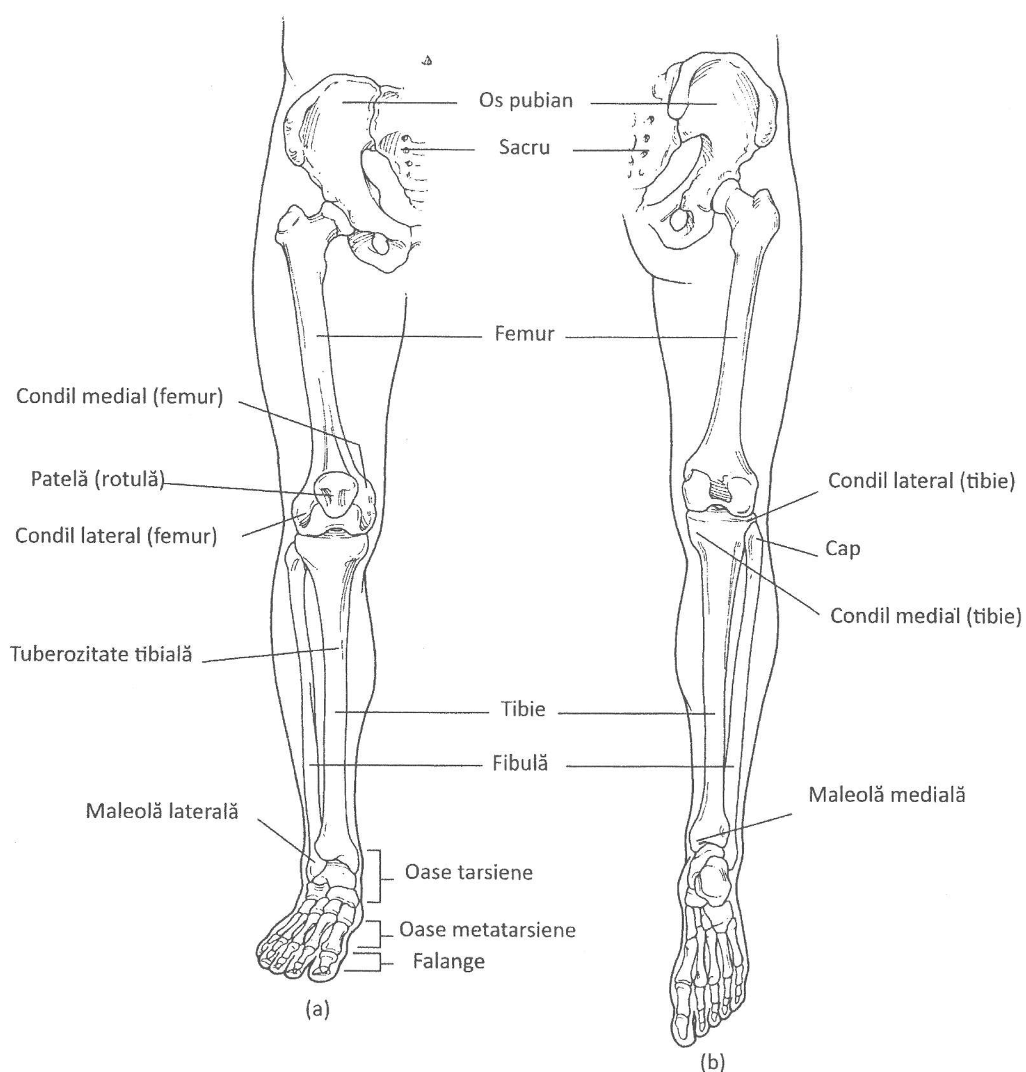


FIGURA 7.11 Membrul inferior drept şi centura pelvină. (a) Vedere anterioară ilustrând structurile importante pentru articulaţii şi inserţii musculare. (b) Vedere posterioară a membrului inferior drept.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

***SECȚIUNEA A** – Identificați corect literele corespunzătoare oaselor.*

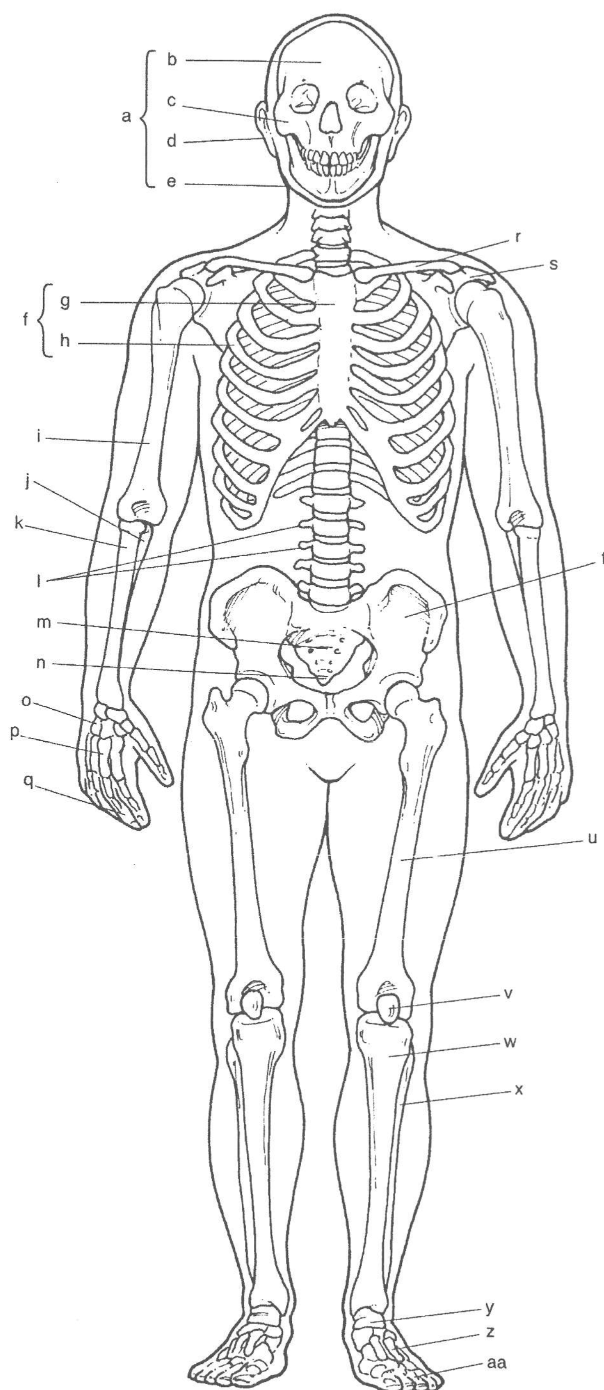


FIGURA 7.12

__ 1. Oasele auditive
__ 2. Carpienele
__ 3. Clavicula
__ 4. Coccisul
__ 5. Craniul
__ 6. Oasele feței
__ 7. Femurul
__ 8. Fibula
__ 9. Humerusul
__10. Hioidul
__11. Metacarpienele
__12. Metatarsienele
__13. Patela
__14. Osul coxal (pelvin)
__15. Falangele (picior)
__16. Falangele (mână)
__17. Radiusul
__18. Coastele
__19. Sacrul
__20. Scapula
__21. Cutia craniană
__22. Sternul
__23. Tarsienele
__24. Cutia toracică
__25. Tibia
__26. Ulna
__27. Vertebrele

Identificați corect literele corespunzătoare structurilor craniului.

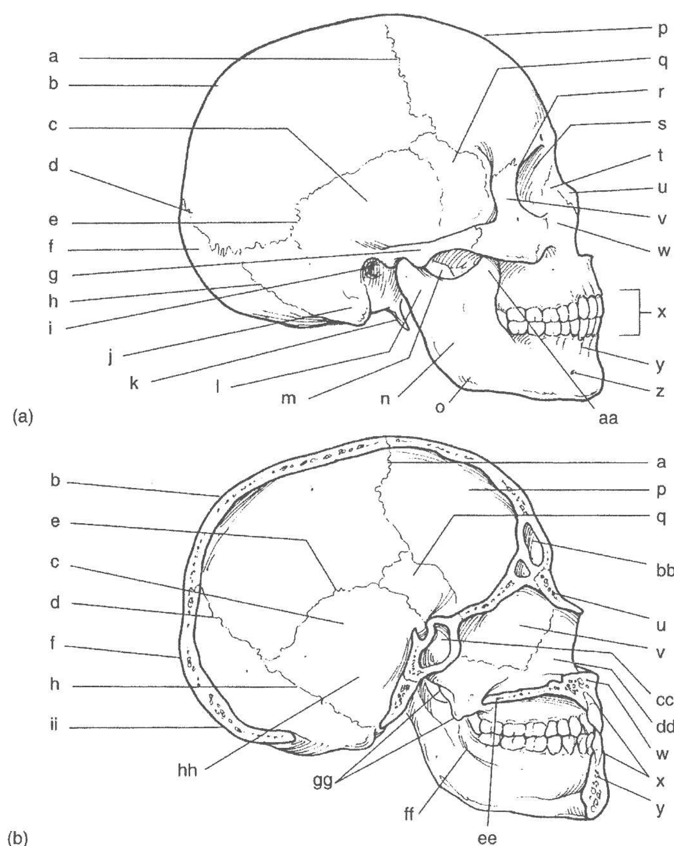


FIGURA 7.13

__ 1. Marginile alveolare
__ 2. Sutura coronară
__ 3. Apofiza coronoidă
__ 4. Osul etmoid
__ 5. Meatul auditiv extern
__ 6. Protuberanța occipitală externă
__ 7. Osul frontal
__ 8. Sinusul frontal
__ 9. Meatul acustic intern
__10. Osul lacrimal
__11. Șanțul lacrimal
__12. Sutura lambdoidă
__13. Mandibula
__14. Unghiul mandibulei
__15. Condilul mandibular
__16. Gaura mandibulară
__17. Incizura mandibulară
__18. Ramura mandibulară
__19. Apofiza mastoidă
__20. Maxila
__21. Gaura mentonieră
__22. Osul nazal
__23. Osul occipital
__24. Sutura occipitomastoidiană
__25. Osul palatin
__26. Osul parietal
__27. Apofiza pterigoidă
__28. Osul sfenoid
__29. Sinusul sfenoid
__30. Sutura scuamoasă
__31. Apofiza stiloidă
__32. Osul temporal
__33. Osul vomer
__34. Osul zigomatic
__35. Apofiza zigomatică

Identificați corect literele corespunzătoare structurilor craniului.

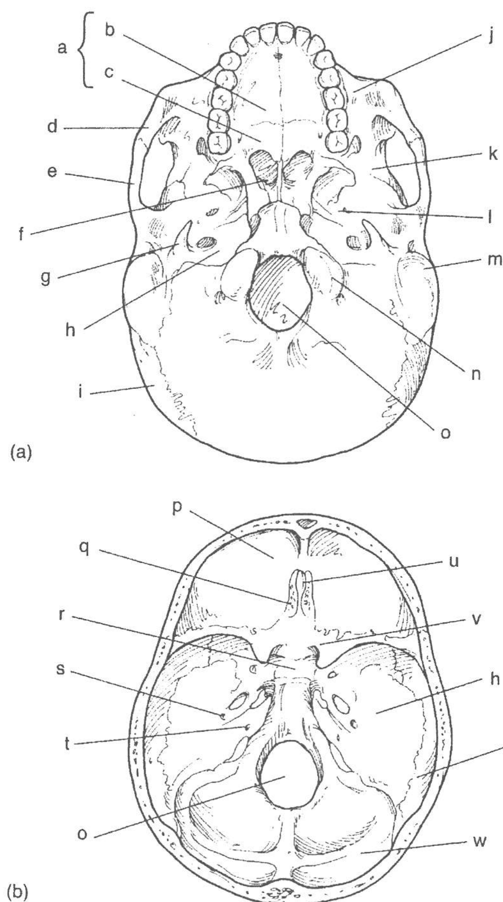


FIGURA 7.14

__ 1. Crista galli
__ 2. Osul etmoid (lama ciuruită)
__ 3. Foramen magnum
__ 4. Gaura ovală
__ 5. Osul frontal
__ 6. Palatul dur
__ 7. Meatul acustic intern
__ 8. Gaura jugulară
__ 9. Apofiza mastoidă
__10. Maxila
__11. Apofiza palatină a maxilei
__12. Osul occipital
__13. Condilul occipital
__14. Osul palatin
__15. Osul parietal
__16. Șaua turcească
__17. Osul sfenoid (aripile mari)
__18. Osul sfenoid (aripile mici)
__19. Apofiza stiloidă
__20. Osul temporal
__21. Apofiza zigomatică a osului temporal
__22. Osul vomer
__23. Osul zigomatic

SECȚIUNEA B – Completare: *Adăugați cuvântul sau cuvintele corecte care completează fiecare dintre următoarele afirmații.*

1. Oasele extremităților superioare și inferioare alcătuiesc _______________.
2. Mișcările oaselor sunt asigurate de ______________ corpului.

3. Numărul oaselor scheletului axial este de _____________.

4. Numărul oaselor craniului este de _____________.

5. Oasele craniului sunt unite între ele prin articulaţii imobile denumite _____________.

6. Fruntea şi porţiunea anterioară a calotei craniene sunt formate de _____________.

7. Baza posterioară a craniului este formată din _____________.

8. Osul occipital conține o gaură largă pentru pasajul măduvei spinării cunoscută ca _____________.

9. Oasele care alcătuiesc porţiunile laterale ale cutiei craniene se numesc _____________.

10. Apofiza mastoidă este o protuberanță rotunjită a _____________.

11. Protuberanţa osului temporal care ajută la formarea pomeților este _____________.

12. Osul craniului în formă de fluture care formează partea anterioară a bazei interne a craniului este _____________.

13. Cele două lame ale osului etmoid, subţiri, orizontale şi perforate, formează _____________.

14. Glanda hipofiză este aşezată într-o depresiune în formă de şa a osului sfenoid cunoscută ca _____________.

15. Zonele membranoase dintre oasele cutiei craniene ale nou-născutului se numesc _____________.

16. Cavitatea nazală este divizată într-o cameră dreaptă şi una stângă de către o structură verticală denumită _____________.

17. Fiecare os zigomatic are o prelungire, care formează partea anterioară a pomeților obrajilor și este cunoscută ca _____________.

18. Cele mai mici oase al feței sunt _____________.

19. Maxilarul superior este format din două oase numite _____________.

20. Maxilarul inferior este format dintr-un os în formă de potcoavă numit _____________.

21. Coloana vertebrală este alcătuită din 26 de oase numite _____________.

22. Cele cinci vertebre sacrale fuzionează între ele pentru a forma osul _____________.

23. Vertebrele gâtului se numesc _____________.
24. Vertebrele neunite ale coloanei vertebrale sunt separate de _____________.
25. Curburile patologice înspre lateral ale coloanei vertebrale se numesc _____________.
26. Cilindrul care preia greutatea vertebrei şi care se găseşte între discurile intervertebrale se numeşte _____________.
27. Coloana vertebrală conţine măduva spinării, care traversează deschideri ale vertebrelor numite _____________.
28. Prima vertebră a coloanei vertebrale se numeşte _____________.
29. Apofiza vertebrei axis, care pătrunde în interiorul inelului primei vertebre, se numeşte _____________.
30. Cele trei părţi componente ale sternului sunt manubriul, corpul şi _____________.
31. Coastele adevărate sunt ataşate direct de stern prin _____________.
32. Ultimele două perechi de coaste nu sunt ataşate sternului şi sunt numite _____________.
33. Membrele superioare sunt ataşate cutiei toracice prin intermediul unor oase de legătură ce alcătuiesc _____________.
34. Acromionul şi apofiza coracoidă sunt părţi ale osului numit _____________.
35. Osul situat anterior, în formă de tijă, care conectează oasele membrului superior la scheletul axial, este _____________.
36. Cavitatea de la nivelul scapulei cu care se articulează humerusul se numeşte _____________.
37. Suprafaţa din centrul humerusului unde se inseră muşchiul deltoid se numeşte _____________.
38. Fosa coronoidă este o depresiune localizată între epicondilii _____________.
39. Olecranul este o structură a _____________.
40. Hamatumul (osul cu cârlig), capitatul şi trapezoidul aparţin oaselor _____________.
41. Falangele mâinii sunt oase care se găsesc la nivelul _____________.
42. Cele trei oase ale pelvisului sunt ilionul, ischionul şi _____________.
43. Articulaţia unde se întâlnesc ilionul şi sacrul se numeşte _____________.
44. Cel mai mare şi mai rezistent os al corpului este _____________.

45. Orificiul larg al osului coxal se numește ____________.

46. Rotula se mai numește și ____________.

47. Osul subțire aflat pe partea laterală a gambei se numește ____________.

48. Osul mai mare aflat pe partea medială a gambei se numește ____________.

49. Glezna este formată din ____________ oase tarsiene.

50. Oasele degetelor sunt cunoscute sub denumirea de ____________.

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere: *Încercuiți litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmații:*

1. Scheletul membrelor este alcătuit din oase ale
   A. craniului
   B. toracelui
   C. coloanei vertebrale
   D. membrului superior și inferior

2. Craniul este compus dintr-o serie de oase
   A. care rămân separate
   B. care sunt unite prin suturi
   C. care nu conțin vase de sânge
   D. care sunt lungi și rotunde în centru

3. Toate sunt oase ale craniului, *cu excepția*
   A. osului temporal
   B. osului frontal
   C. osului etmoid
   D. osului occipital

4. Atât foramen magnum, cât și gaura obturatorie, sunt
   A. găuri largi la nivelul oaselor
   B. fibre nervoase care trec prin oase
   C. artere care deservesc oasele
   D. oase ale centurii pelviene

5. Toate structurile următoare aparțin osului temporal, *cu excepția*
   A. apofizei mastoide
   B. meatului auditiv extern
   C. apofizei stiloide
   D. apofizei xifoide

6. Pomeții obrajilor sunt formați din apofize ale oaselor
   A. occipital și etmoid
   B. zigomatic și temporal
   C. sfenoid și nazal
   D. parietal și frontal

7. Depresiunea osului sfenoid în formă de şa, care adăposteşte glanda hipofiză, se numeşte
   - A. manubriu
   - B. şaua turcească
   - C. creastă iliacă
   - D. crista galli

8. Crista galli şi lama ciuruită aparţin
   - A. osului occipital
   - B. osului temporal
   - C. osului sfenoid
   - D. osului etmoid

9. Maxila, împreună cu osul palatin, formează
   - A. procesul zigomatic
   - B. sternul
   - C. palatul dur
   - D. olecranul

10. Următoarele sunt tipuri de vertebre, *cu excepţia*
    - A. vertebrelor lombare
    - B. vertebrelor toracale
    - C. vertebrelor femurale
    - D. vertebrelor cervicale

11. Scolioza şi cifoza sunt afecţiuni care rezultă din
    - A. dezvoltarea anormală a sternului
    - B. curburi anormale ale coloanei vertebrale
    - C. sutura incompletă a oaselor cutiei craniene
    - D. dezvoltarea anormală a oaselor piciorului

12. Coccisul şi sacrul sunt
    - A. oase ale membrului inferior
    - B. oase ale feţei
    - C. vertebre
    - D. oasele sternului

13. Atlasul şi axisul sunt
    - A. oasele antebraţului
    - B. primele două vertebre
    - C. oasele pubiene
    - D. ultimele două vertebre

14. Manubriul este
    - A. osul coapsei
    - B. osul articulaţiei mâinii
    - C. partea superioară a sternului
    - D. osul inferior al umărului

15. Scapula este osul centurii scapulare care conține
    A. acromionul și apofiza coracoidă
    B. apofiza stiloidă și apofiza radială
    C. apofiza scafoidă și tuberculul mare
    D. trohanterul mic și tuberozitatea deltoidiană

16. Fosa glenoidă și acetabulul sunt
    A. oase ale cutiei toracice
    B. oase carpiene
    C. cavități în care se articulează oase mari
    D. apofize ale radiusului

17. Clavicula este un os în formă de tijă al
    A. centurii pelvine
    B. centurii scapulare
    C. vertebrelor lombare
    D. osului pubian

18. Mușchiul deltoid se inseră pe humerus la nivelul
    A. tuberozității deltoidiene
    B. tuberculului deltoidian
    C. fosei deltoidiene
    D. condilului deltoidian

19. Următoarele sunt oase carpiene, *cu excepția*
    A. capitatului
    B. trapezoidului
    C. pisiformului
    D. cuboidului

20. Toate degetele au trei falange, *cu excepția*
    A. degetului mare, care are două falange
    B. indexului, care are o falangă
    C. degetului inelar, care are patru falange
    D. degetului mic, care are doar o falangă

21. Suprafața pelvină pe care ședem este formată din
    A. osul pubian și ischion
    B. cele două oase pubiene
    C. ilion și pubis
    D. cele două oase ischiadice

22. Următoarele sunt structuri ale femurului, *cu excepția*
    A. trohanterului mare
    B. maleolei mediale
    C. trohanterului mic
    D. condilului lateral

23. Următoarele afirmații se referă la femur, *cu excepția*
    A. se articulează cu centura pelvină la nivelul acetabulului
    B. are un cap mare, rotund
    C. întâlnește tibia și fibula la nivelul articulației genunchiului
    D. este unul dintre cele mai mici oase ale corpului

24. Osul subțire, aflat pe partea laterală a gambei
    A. este fibula
    B. conține tuberozitatea tibială
    C. se unește cu ischionul
    D. este femurul

25. Oasele tarsiene se articulează distal cu
    A. 11 falange
    B. 5 metatarsiene
    C. 7 tarsiene
    D. partea inferioară a tibiei

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunțuri marcați cu litera „A" afirmația care este adevărată. Dacă este falsă, modificați cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Sistemul scheletal este divizat în două mari părți, numite scheletul axial și scheletul auxiliar.

2. Craniul este compus din 16 oase unite între ele prin articulații imobile numite suturi.

3. Porțiunea posterioară a calotei craniene este formată din două oase arcuite numite oase occipitale.

4. Foramen magnum este o gaură largă în osul frontal prin care trece măduva spinării și se continuă cu creierul.

5. Meatul acustic extern este un orificiu la nivelul osului temporal care conduce către partea internă a ochiului.

6. Mulți dintre mușchii gâtului se inseră la nivelul osului temporal prin intermediul trohanterului mare.

7. Apofiza zigomatică a osului zigomatic ajută la formarea pomeților obrajilor.

8. Glanda hipofiză se află într-o depresiune a osului sfenoid numită șaua turcească.

9. Lama ciuruită și apofiza stiloidă sunt structuri ce aparțin osului etmoid.

10. Fontanelele sunt arii membranoase de la nivelul cutiei craniene a nou-născutului, înainte ca oasele să fuzioneze între ele.

11. Cavitatea nazală este divizată într-o cameră dreaptă și una stângă de către o porțiune verticală numită osul etmoid.
12. Osul hioid este atașat limbii.
13. Osul maxilarului inferior are forma unei potcoave și se numește maxilă.
14. Vertebrele gâtului sunt cunoscute ca vertebre toracice.
15. Curburile anormale ale coloanei vertebrale toracice se numesc scolioze.
16. Apofiza spinoasă și cea transversă a vertebrelor reprezintă locuri de atașare pentru majoritatea ligamentelor spatelui.
17. Apofiza odontoidă a atlasului se orientează în sus, în interiorul inelului format de prima vertebră.
18. Porțiunea inferioară a sternului este manubriul.
19. Există 14 perechi de coaste în corpul uman.
20. Osul centurii scapulare de formă triunghiulară, situat posterior, se numește clavicula.
21. Cavitatea aparținând centurii scapulare, în care se articulează osul brațului, se numește acetabul.
22. Olecranul radiusului se articulează cu fosa olecraniană a humerusului.
23. Oasele încheieturii mâinii sunt numite carpiene.
24. Cele trei oase care formează osul coxal sunt ilionul, ischionul și pubisul.
25. Trohanterul mare și mic al patelei reprezintă locul de inserție a multor mușchi ai membrului inferior.

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Tom a suferit un accident prin cădere de pe un stâlp, fracturându-și oasele de lângă cotul stâng și glezna stângă. Doctorul i-a spus că și-a fracturat maleola laterală stângă, olecranul stâng și epicondilul medial stâng. Cunoscând componentele osoase fracturate, numiți oasele care au fost rupte.

RĂSPUNSURI

SECȚIUNEA A

Figura 7.12

1. d
2. o
3. r
4. n
5. b
6. c
7. u
8. x
9. i
10. e
11. p
12. z
13. v
14. t
15. aa
16. q
17. k
18. h
19. m
20. s
21. a
22. g
23. y
24. f
25. w
26. j
27. l

Figura 7.13

1. x
2. a
3. aa
4. r
5. i
6. ii
7. p
8. bb
9. hh
10. s
11. t
12. d
13. y
14. o
15. l
16. ff
17. m
18. n
19. j
20. w
21. z
22. u
23. f
24. h
25. ee
26. b
27. gg
28. q
29. cc
30. e
31. k
32. c
33. dd
34. v
35. g

Figura 7.14

1. u
2. q
3. o
4. l
5. p
6. a
7. s
8. t
9. m
10. j
11. b
12. w
13. n
14. c
15. i
16. r
17. k
18. v
19. g
20. h
21. e
22. f
23. d

Secţiunea B - Completare

1. scheletul membrelor
2. muşchii scheletici
3. 80
4. 8
5. suturi
6. osul frontal
7. osul occipital
8. foramen magnum
9. oase temporale
10. osului temporal
11. apofiza zigomatică
12. osul sfenoid
13. lama ciuruită
14. şaua turcească
15. fontanele
16. osul vomer
17. apofiza temporală
18. oasele lacrimale
19. maxile
20. mandibulă
21. vertebre
22. sacru
23. vertebre cervicale
24. discurile intervertebrale
25. scolioze
26. corp vertebral
27. găuri vertebrale
28. atlas
29. apofiza odontoidă
30. apofiza xifoidă
31. cartilaje costale hialine
32. coaste flotante
33. centura scapulară
34. scapulă
35. clavicula
36. fosa glenoidă
37. tuberozitatea deltoidiană
38. humerusului
39. ulnei
40. carpiene
41. degetelor
42. pubisul
43. articulaţia sacroiliacă
44. femurul
45. gaura obturatorie
46. patelă
47. fibulă
48. tibie
49. 7
50. falange

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. D
2. B
3. C
4. A
5. D
6. B
7. B
8. D
9. C
10. C
11. B
12. C
13. B
14. C
15. A
16. C
17. B
18. A
19. D
20. A
21. D
22. B
23. D
24. A
25. B

SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. membrelor
2. 8
3. parietale
4. occipital
5. urechii
6. apofizei mastoide
7. temporal
8. A
9. crista galli (creasta de cocoș)
10. A
11. osul vomer
12. A
13. mandibulă
14. cervicale
15. cifoze
16. mușchilor
17. axisului
18. apofiza xifoidă
19. 12
20. scapulă
21. fosă glenoidă
22. ulnei
23. A
24. A
25. femurului

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Tom și-a fracturat maleola laterală stângă a fibulei stângi, olecranul ulnei stângi și epicondilul medial stâng al humerusului stâng.

8



Țesutul muscular

CE VEȚI ÎNVĂȚA

Acest capitol descrie anatomia și fiziologia mușchilor. Parcurgând acest capitol veți învăța să:

- folosiți denumiri diferite pentru celulele musculare;
- clasificați țesuturile musculare;
- identificați componentele țesutului conjunctiv ale mușchiului striat;
- identificați componentele morfologice ale celulei musculare și funcțiile acestora;
- rezumați caracteristicile mecanismului de glisare în contracția musculară;
- evidențiați rolul calciului, sodiului și al ATP-ului în contracția musculară;
- identificați procesele funcționale la nivelul joncțiunii neuromusculare;
- descrieți unitatea motorie;
- înțelegeți noțiunile de tonus muscular și tetanus;
- descrieți modul în care fosfocreatina, respirația celulară și mioglobina intervin în asigurarea ATP-ului pentru activarea celulelor musculare;
- identificați caracteristicile sistemului glicogen-acid lactic în mușchiul striat;
- caracterizați fenomenul oboselii musculare și al datoriei de oxigen;
- deosebiți tipurile de fibre musculare;
- identificați caracteristicile mușchiului cardiac și ale mușchiului neted;
- aplicați cunoștințele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

- Anatomia mușchilor striați scheletici
- Fiziologia mușchilor striați scheletici
- Energia necesară contracției mușchilor striați scheletici
- Funcțiile mușchilor netezi și cardiaci
- Întrebări recapitulative

Țesutul muscular este unul din cele patru țesuturi de bază. Se distinge de celelalte țesuturi prin capacitatea de a se contracta și de a efectua lucru mecanic. *Unitatea structurală* a țesutului muscular este celula musculară, care are o formă alungită și se mai numește și **fibră musculară**. (În anatomie, termenii de celulă musculară și fibră musculară sunt similari, interschimbabili)

Mușchii striați scheletici sunt inserați pe oase, unitatea mușchi-țesut osos asigurând mișcările corpului. Mușchiul cardiac al inimii pompează sângele. Țesutul muscular neted intră în componența tubului digestiv, a tractului respirator și a vaselor de sânge. Deși mușchii au forme și funcții diferite, aceștia în ansamblu pot fi clasificați în mușchi striați scheletici, mușchi netezi și mușchi de tip cardiac.

DE REȚINUT
Mușchiul scheletic și cel cardiac sunt mușchi striați, iar cel neted nu. Mușchii scheletici sunt sub control voluntar, iar mușchiul cardiac și cel neted, sub control involuntar.

Mușchiul neted (nestriat) este alcătuit dintr-o masă de celule fusiforme contractile. Mușchiul neted se găsește în peretele tubului digestiv, al uterului, în vasele de sânge și în anumite ducte. **Mușchiul cardiac** este alcătuit și el din celule, dar proteinele contractile au o organizare complexă față de cele din mușchiul neted. Celulele musculare cardiace prezintă conexiuni speciale în peretele inimii prin intermediul joncțiunilor de tip „gap" de la nivelul discurilor intercalare. (Tabelul 8.1 compară cele trei tipuri de țesuturi musculare.)

TABELUL 8.1 COMPARAȚIE ÎNTRE CELE TREI TIPURI DE ȚESUTURI MUSCULARE

Caracteristică	Mușchiul striat scheletic	Mușchiul neted	Mușchiul cardiac
Localizare	Atașat scheletului	Peretele intestinelor, vase sanguine etc.	Peretele inimii
Tip de control	Voluntar	Involuntar	Involuntar
Forma fibrelor	Alungite, cilindrice, cu capete rotunjite	Alungite, fusiforme, cu capete ascuțite	Alungite, cilindrice, ramificate
Striații	Prezente	Absente	Prezente
Număr de nuclei pe fibră	Mulți	Unul	Unul sau doi
Poziția nucleilor în celulă	Periferici	Central	Central
Viteza contracției	Cel mai rapid	Cel mai lent	Intermediar
Capacitatea de a rămâne contractat	Cea mai mică	Cea mai mare	Intermediară

Cel de-al treilea tip de mușchi și, totodată cel mai frecvent întâlnit, este **mușchiul scheletic**. În mușchiul scheletic, fiecare celulă musculară este în realitate un set de zeci sau sute de celule fuzionate. Celulele musculare rezultate sunt de obicei foarte lungi, și sunt denumite tipic fibre musculare. Un număr mare din aceste fibre formează organul

numit „mușchi". Mușchiul striat este asociat scheletului. Este tipul de mușchi la care ne referim când se vorbește despre „mușchi" într-un context general.

MUȘCHIUL STRIAT SCHELETIC

Una din caracteristicile de bază ale mușchiului striat scheletic este capacitatea acestuia de a exercita forță asupra oaselor. Celulele musculare se contractă printr-un mecanism activ și se relaxează printr-un mecanism pasiv. Contracția apare doar în urma unei stimulări.

Ansamblul complex al locomoției necesită ca două grupuri de mușchi să realizeze mișcări ale părților corpului în direcții opuse. Astfel mușchii acționează unul împotriva celuilalt, situație în care se numesc mușchi **antagoniști**. De exemplu, la articulația genunchiului, gamba este flectată posterior de către mușchii flexori și extinsă anterior de către mușchii extensori. Prin contracție, mușchii mișcă părțile scheletului de care sunt atașați.

STRUCTURA ȚESUTULUI MUSCULAR STRIAT SCHELETIC

Celulele țesutului muscular scheletic sunt separate și învelite în straturi de țesut conjunctiv. **Endomisium** învelește fiecare fibră musculară, **perimisium** învelește un pachet de fibre (sau **fascicule**) musculare, iar **epimisium** și **fascia** învelesc întreg mușchiul. Stratul extern al fasciei, **fascia superficială**, conține o cantitate mare de țesut adipos la persoanele obeze. Porțiunea mușchiului care conține fibrele musculare se numește **gaster** (sau **corp**). Endomisium, perimisium, epimisium și fascia se continuă dincolo de corpul mușchiului pentru a forma **tendonul**, care atașează mușchiul de os.

STRUCTURA CELULEI MUSCULARE

Mușchiul striat scheletic se află sub **control voluntar**; de regulă, el se contractă numai când este stimulat de un impuls nervos. Mușchiul scheletic este alcătuit din fascicule de fibre (celule) musculare. Fiecare fibră conține un set de 4-20 filamente filiforme denumite **miofibrile**. Fiecare miofibrilă are 1-2 μ lățime și până la 100 μ lungime. Miofibrilele se găsesc în citoplasmă, numită și **sarcoplasmă**. În sarcoplasmă se găsesc numeroase **mitocondrii** ce furnizează ATP ca sursă de energie pentru contracția miofibrilelor.

> **DE REȚINUT**
> Unitatea funcțională a mușchiului striat scheletic este sarcomerul.

Miofibrilele sunt organizate de-a lungul axului lor longitudinal în unități mai mici, numite **sarcomere**, fiecare având aproximativ 2 μ lungime (Figura 8.1). Sarcomerele reprezintă *unitatea funcțională* a mușchiului striat scheletic. Distribuția repetitivă a sarcomerelor îi conferă mușchiului aspectul striat caracteristic.

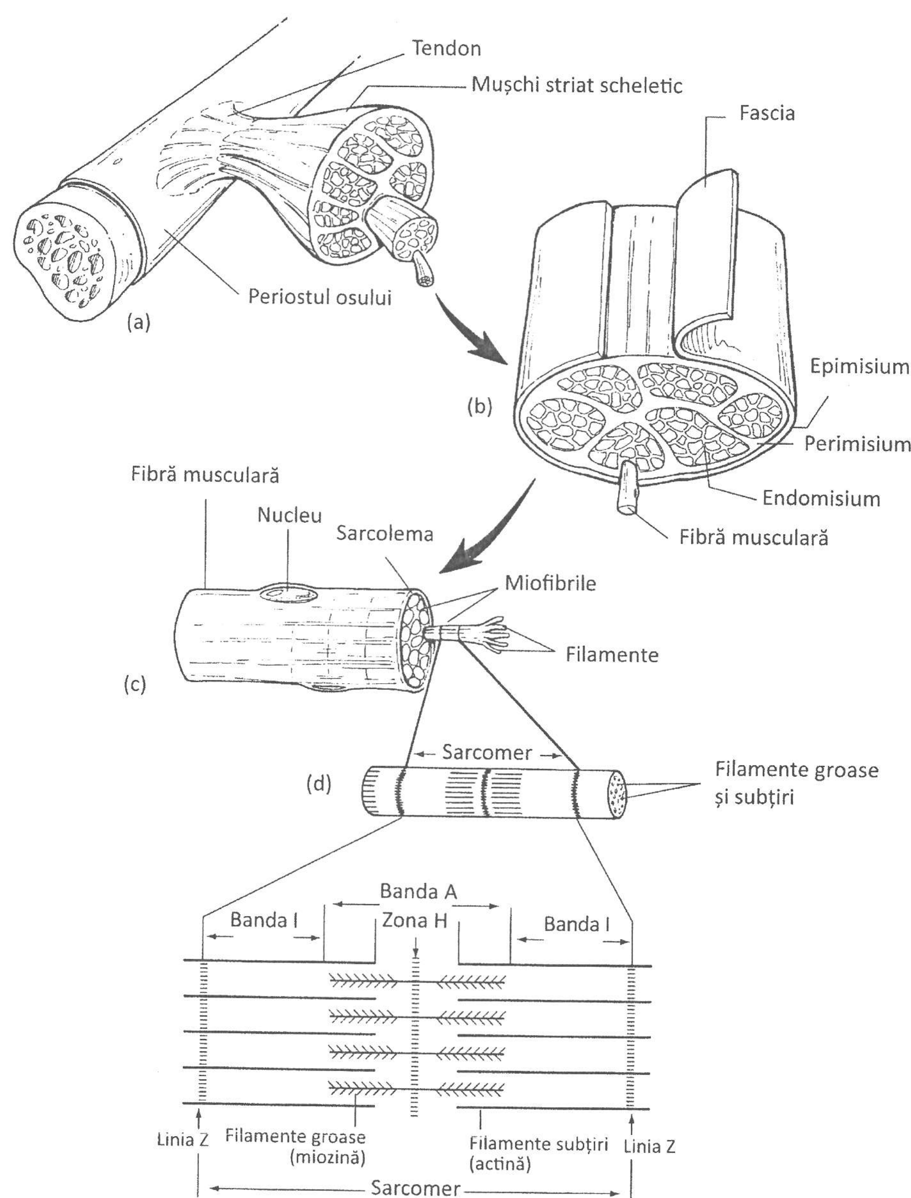


FIGURA 8.1. Structura microscopică şi electronomicroscopică a celulei musculare striate scheletice. (a) Secţiune la nivelul corpului muşchiului. (b) Secţiune transversală prin muşchi, ce evidenţiază numeroase fibre (celule) musculare organizate în fascicule. (c) O fibră (celulă) musculară cu trei nuclei, sarcolema şi câteva sarcomere aflate la capetele fibrei. (d) Un sarcomer mărit cu scopul de a evidenţia filamentele groase şi subţiri, diversele zone şi benzi. Activitatea musculară are loc în sarcomere.

Aspectul microscopic al sarcomerului indică prezenţa a două tipuri de miofilamente: **filamente subţiri** şi **filamente groase** aşezate paralel între ele. Filamentele groase sunt compuse dintr-un tip de proteină numită **miozină**, în timp ce filamentele subţiri sunt formate dintr-o proteină numită **actină**. Zona în care filamentele de actină din două sarcomere adiacente se întrepătrund se numeşte **linia Z**. Linia Z împarte în două jumătăţi egale o bandă largă, clară numită **banda I**. Banda largă şi densă din mijlocul sarcomerului formată prin suprapunerea filamentelor de miozină se numeşte **banda A**. Banda A

este împărțită în două jumătăți egale de o **zonă H**, ce conține doar filamente de miozină, fără filamente de actină. Repetiția benzilor A și I determină aspectul striat din miofibrilele mușchilor striați.

Filamentele subțiri sunt ancorate la nivelul liniei Z. În timpul contracției musculare, filamente opuse de actină sunt trase de-a lungul filamentelor de miozină, în așa fel încât două seturi de filamente de actină sunt trase unul spre celălalt, printr-un mecanism ce va fi detaliat în continuare.

FUNCȚIA MUȘCHILOR STRIAȚI - MECANISMUL DE GLISARE AL FILAMENTELOR

Contracția fibrei musculare apare când filamentele subțiri sunt trase unul spre altul, crescând suprapunerea filamentelor groase în fibra musculară.

Moleculele de miozină ale filamentelor groase sunt compuse din două lanțuri polipeptidice, fiecare având forma unei crose de golf, cu axele răsucite una în jurul celeilalte și cu capetele înclinate în lateral ca într-o balama. Fiecare filament de miozină este înconjurat de filamente subțiri de actină, astfel încât, cele două capete ale miozinei și filamentele de actină să poată veni în contact între ele în timpul contracției. În **mecanismul de glisare al filamentelor**, capetele miozinei au rol de punți între filamentele de actină și miozină (Figura 8.2). Aceste capete aplică un impuls puternic, asemănător cu cel al unei vâsle care împinge apa. **Impulsul** trage filamentele de actină înspre interior, către zona H; această alunecare scurtează sarcomerul. Când același proces se desfășoară simultan în milioane de sarcomere din mii de fibre musculare, mușchiul se scurtează și se contractă.

Punțile de miozină produc contracțiile fibrelor deoarece ele se comportă ca niște enzime. Enzimele desfac **molecula de adenozin trifosfat (ATP)** în adenozin difosfat (ADP) și un grup fosfat anorganic. Mai întâi, ATP-ul se leagă de receptorul enzimatic aflat pe capul miozinei. Apoi molecula de ATP este descompusă, și atât ADP-ul cât și fosfatul rămân legate de capătul miozinei. Energia eliberată prin descompunerea ATP-ului activează capul miozinic în poziție armată. În această poziție, între capul miozinei și filamentul de actină se creează o legătură slabă. Această legătură determină eliberarea ADP-ului și a fosfatului. Odată cu îndepărtarea acestor compuși, capul miozinei se leagă puternic de filamentul de actină. În același timp, capul miozinei înaintează și asigură **impulsul** filamentelor de actină. Acest impuls va determina mișcarea sau alunecarea filamentelor de actină de-a lungul celor de miozină. Când o nouă moleculă de ATP se leagă de receptorul miozinic, actina este eliberată și ciclul se repetă dacă stimulul neuronal persistă. Fără stimulare nervoasă, sarcomerele din fibra musculară se relaxează.

> **DE REȚINUT**
> În mușchii scheletici contractați, sarcomerele se scurtează pe măsură ce crește gradul de suprapunere a filamentelor de miozină cu cele de actină.

Ciclul de glisare a filamentelor se produce rapid, la nivelul a milioane de capete de miozină, la fiecare capăt al sarcomerului, atâta timp cât ATP-ul este disponibil și astfel este capabil să furnizeze energie pentru contracție.

În așa numitele **fibre musculare roșii** există un număr foarte mare de molecule de **mioglobină** de culoare roșiatică, unde se stochează oxigenul. În starea de relaxare sau de contracție lentă a mușchiului, ATP-ul este utilizat lent, și celulele sunt capabile să genereze rapid ATP din oxigenul stocat în mioglobină pentru respirație celulară (Capi-

tolul 19). Aceste proprietățile permit mușchilor roșii să se contracte repetat și să reziste oboselii musculare. Mușchiul roșu este adesea numit mușchi lent sau **mușchi oxidativ**, datorită rezervei de oxigen stocată în mioglobină.

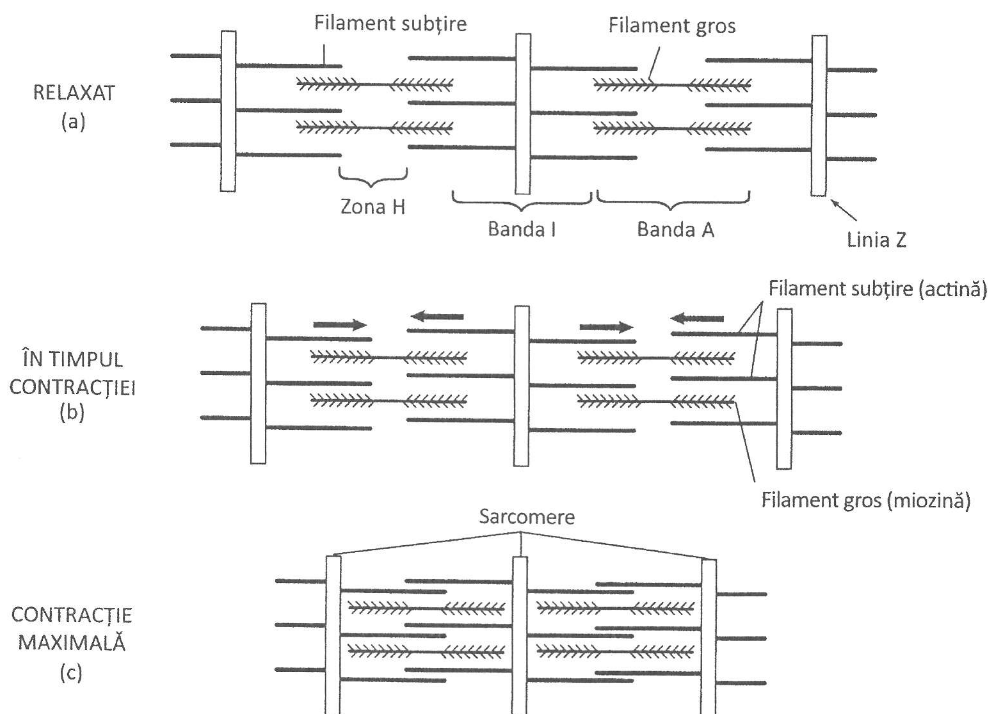


FIGURA 8.2. Teoria mecanismului de glisare a filamentelor în timpul activității musculare demonstrată pe două sarcomere. (a) În stare de relaxare, filamentele subțiri de actină sunt separate. (b) Când mușchiul se contractă, filamentele subțiri de actină alunecă unul spre celălalt, în timp ce filamentele de miozină rămân pe loc; distanța dintre liniile Z scade. (c) În starea de contracție musculară, filamentele subțiri de actină sunt suprapuse și sarcomerele ajung la dimensiunea lor minimă. Zona H a dispărut și banda I a scăzut foarte mult în dimensiuni. Fibra musculară este acum contractată.

Un alt tip de mușchi este este **mușchiul alb**. Acesta este numit uneori mușchi rapid sau **mușchi glicolitic** datorită abundenței de glicogen. Mușchiul alb are puțină mioglobină sau chiar deloc și, de aceea, depozitul de oxigen este foarte redus. ATP-ul este utilizat rapid, dar nu poate fi înlocuit la fel de rapid, deoarece cantitatea de oxigen disponibilă pentru respirația celulară este foarte mică. Astfel, mușchiul alb prezintă rapid oboseală musculară cu acumulare de acid lactic.

INIȚIEREA CONTRACȚIEI MUSCULARE

Filamentele subțiri de actină se prezintă sub forma a două lanțuri răsucite într-un helix. În șanțul acestui helix se găsesc moleculele unei proteine denumite **tropomiozină**. Când un mușchi este relaxat, tropomiozina împiedică legarea capetelor miozinei de actină, mascând locul în care legătura ar trebui să apară în mod normal.

O altă proteină denumită **troponină**, se găsește la intervale regulate de-a lungul filamentelor de actină. Troponina se leagă atât de moleculele de tropomiozină, cât și de cele de actină, precum și de ionii de calciu.

Fibrele musculare se contractă atunci când primesc un impuls nervos. Neurotransmițătorul, respectiv acetilcolina, va fi eliberat la nivelul joncțiunii neuromusculare când impulsul nervos ajunge la aceasta. **Joncțiunea neuromusculară** este compusă dintr-o singură fibră musculară și terminația unei singure celule nervoase. Deși membrana celulelor musculară și nervoasă sunt foarte apropiate, ele nu se ating, rămânând separate printr-un spațiu plin cu lichid, numit **fantă sinaptică**. Neurotransmițătorii, ca de exemplu acetilcolina, sunt eliberați în aceast spațiu. Impulsul este inițiat în celula musculară și apoi se propagă pe întreaga suprafața celulară. Acesta va declanșa o serie de evenimente în interiorul celulei musculare ce vor culmina cu contracția acesteia.

În toate celulele aflate în repaus, concentrația **ionilor de sodiu** este menținută scăzută prin transport activ. Când acetilcolina se leagă de receptorii de pe membrana celulară sau **sarcolemă**, ionul de sodiu pătrunde în interiorul celulei.

DE REȚINUT
Acetilcolina stimulează celula musculară pentru a elibera calciu în sarcoplasmă, permițând miozinei să se cupleze cu actina și să producă contracția.

Concentrația **ionilor de calciu** din citoplasma celulelor aflate în repaus este de asemenea foarte scăzută în mod normal, deoarece calciul este în permanență pompat în afara celulei sau înspre interior, în reticululul endoplasmic neted specializat al celulei, numit și **reticul sarcoplasmic**. În interiorul fibrelor musculare există și un alt tip de rezervor de calciu, format dintr-un sistem de invaginări ale membranei celulare sau **sarcolemei**, denumit sistemul **tubilor transversali** sau **tubii T**. Tubii T înconjoară miofibrilele la nivelul liniilor Z și permit calciului să pătrundă din spațiul extracelular.

Influxul de ioni de sodiu produce o activitate electrică de-a lungul fibrei musculare, permițând tubilor T și reticulului sarcoplasmic să elibereze rapid ionii de calciu în interiorul sarcoplasmei. Ionii difuzează din depozite în sarcoplasmă, scăldând filamentele de miozină. Aici ionii de calciu se leagă de locurile (situsurile) de la nivelul moleculelor de troponină, iar complexul își va schimba forma (Figura 8.3). Deoarece troponina este legată de tropomiozină, tropomiozina își schimbă poziția și va elibera locurile de cuplare ale actinei cu capetele miozinei. Astfel, se va declanșa un impuls puternic. Dacă se eliberează cantități mari de ioni de calciu, se pot forma mai multe legături cu troponina, ceea ce permite realizarea de contracții mai numeroase și mai puternice.

RELAXAREA

Un mușchi se relaxează când nu mai există impulsuri nervoase care să-l stimuleze în vederea contracției. Când impulsurile încetează, sarcolema (membrana plasmatică) și tubii T revin la starea de repaus. Eliberarea ionilor de calciu din reticulul sarcoplasmic se încheie, iar enzimele pompează calciul înapoi în cisternele terminale.

Odată cu retragerea calciului, troponina revine la configurația de repaus și tropomiozina acoperă din nou locurile de cuplare ale miozinei de pe filamentele de actină. Filamentele de actină glisează spre exterior pentru ca sarcomerul să revină la lungimea inițială de repaus (Tabelul 8.2 compară contracția și relaxarea musculară).

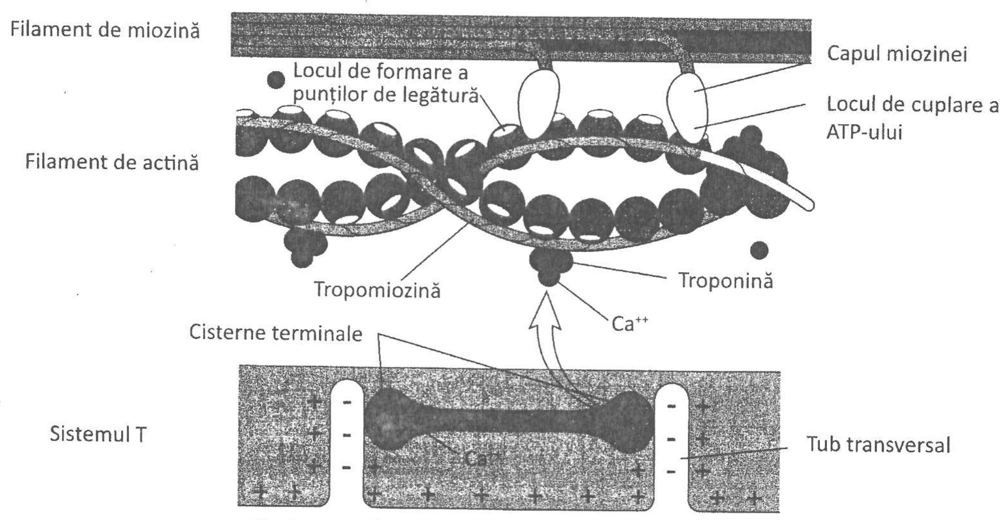


FIGURA 8.3. Detalii ale contracției sarcomerului în fibra musculară. Filamentele de actină conțin molecule de tropomiozină, care maschează locurile de cuplare ale actinei, și troponină, care este atașată atât de actină, cât și de tropomiozină. Calciul, eliberat din cisternele terminale adiacente tubilor T, se combină cu moleculele de troponină și determină schimbarea conformației moleculelor de tropomiozină, eliberând astfel locurile de cuplare ale actinei. Apoi, actina se va atașa de capetele globulare ale moleculelor de miozină, folosind moleculele de ATP ca și catalizator.

TABELUL 8.2 EVENIMENTELE DIN TIMPUL CONTRACȚIEI ȘI RELAXĂRII FIBREI MUSCULARE

Contracția fibrei musculare	Relaxarea fibrei musculare
1. Stimularea apare când acetilcolina este eliberată de un neuron motor	1. Colinesteraza determină descompunerea acetilcolinei, ca atare, membrana musculară nu mai este stimulată
2. Acetilcolina traversează fanta sinaptică de la nivelul joncțiunii neuromusculare	2. Ionii de calciu sunt transportați activ în interiorul tubilor T și a reticulului sarcoplasmic
3. Membrana fibrei musculare este stimulată și impulsul se transmite în profunzimea fibrei musculare prin intermediul tubilor T	3. Punțile de legătura dintre filamentele de actină și miozină se rup
4. Ionii de calciu difuzează din reticulul sarcoplasmic în sarcoplasmă și se leagă de moleculele de troponină	4. Filamentele de actină și miozină glisează una față de cealaltă
5. Moleculele de tropomiozină se deplasează și expun locurile de legare specifice de pe filamentele de actină	5. Lungimea fibrei musculare se restabilește pe măsură ce aceasta se relaxează
6. Se formează punți de legătură între filamentele de actină și miozină	6. Moleculele de troponină și tropomiozină inhibă interacțiunea dintre filamentele de actină și miozină
7. Filamentele de actină glisează spre interior, de-a lungul filamentelor de miozină	
8. Fibra musculară se scurtează pe măsură ce se produce contracția	

ATP-ul este consumat atât în timpul contracției, cât și în timpul relaxării. În timpul relaxării, ATP-ul asigură energia pentru a pompa ionii de calciu în tubii T și în reticulul sarcoplasmic. Mușchii care nu se pot aproviziona cu ATP vor rămâne contractați. De exemplu, după moarte, celulele musculare rămân contractate, stare denumită **rigor mortis**. Actina și miozina sunt blocate împreună în poziție de contracție. După câteva ore, mușchii se relaxează pe măsură ce alte procese degenerative încep să domine.

RĂSPUNSUL GRADUAL

Un aspect important al fibrei musculare individuale îl reprezintă **răspunsul „tot sau nimic"**. Aceasta înseamnă că o fibră se contractă numai după ce un impuls depășește o anumită intensitate prag și se răspândește apoi în întreaga celulă. Odată ce intensitatea prag a fost depășită, creșterea în continuare a intensității, ratei și duratei impulsului, va produce o contracție care este doar cu puțin mai puternică. Cu alte cuvinte, fibra (celula) musculară se contractă fie complet, fie deloc.

> **DE REȚINUT**
> O unitate motorie reprezintă un neuron motor și fibrele musculare pe care le stimulează. Un mușchi are mai multe unități motorii.

Mușchiul, ca întreg, nu se supune legii „tot sau nimic". În fapt, acesta răspunde în mod gradual la stimuli. Un **răspuns gradual** este un răspuns variabil, dependent de numărul de fibre musculare care se contractă într-un mușchi. În cazul în care un număr mare de neuroni conduc impulsuri la un mușchi, mai multe fibre musculare se vor contracta. Dacă sunt stimulate numai câteva fibre musculare, contracția mușchiului va fi slabă. Fiecare neuron se ramifică spre fibrele musculare ale mușchiului și, ca atare, un singur neuron poate stimula până la 100 de fibre musculare. Neuronul, împreună cu fibrele musculare pe care le stimulează, constituie o **unitate motorie** (Figura 8.4). Neuronii care conduc impulsuri către fibrele musculare se numesc neuroni motori.

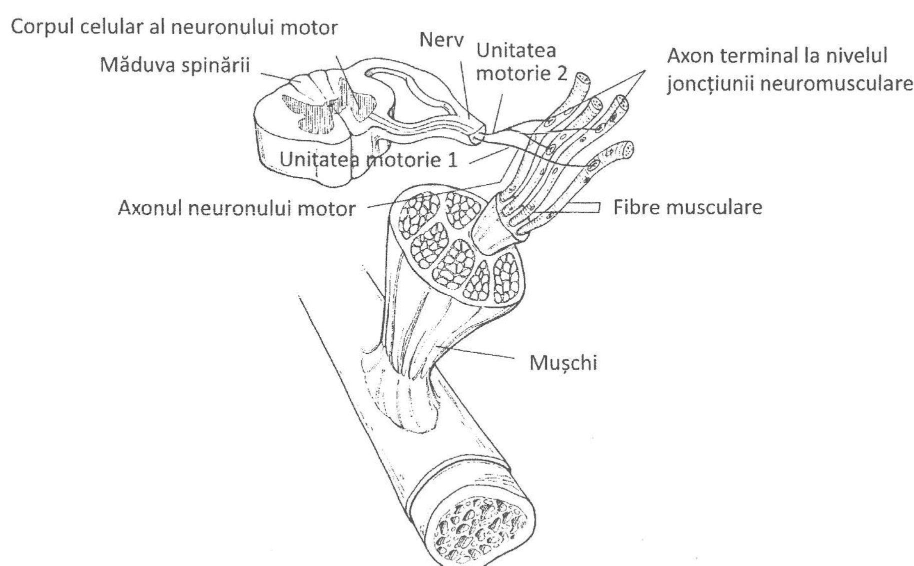


FIGURA 8.4. Relația dintre sistemul nervos și sistemul muscular. Unitatea motorie constă dintr-un neuron motor și toate fibrele (celulele) musculare pe care le stimulează. Se observă două unități motorii. De reținut că un singur neuron motor deservește un număr variabil de fibre musculare.

Contracţia unei singure fibre musculare este numită **secusă**. Creştere numărului de secuse, apărută într-un muşchi datorită unei stimulări continue, este numită **sumaţie**. Sumaţia reprezintă starea în care impulsurile nervoase ajung la un muşchi înainte ca precedenta contracţie să fi încetat. Sumaţia rezultă parţial din incapacitatea reticulului sarcoplasmic de a recupera ionii de calciu înainte de o nouă stimulare. Intensitatea unei contracţii prin sumaţie este întotdeauna mai mare decât a secuselor individuale, deoarece secusele sunt răspunsuri la stimulări mai rare. Sumaţia poate culmina prin **tetanus**, o stare de contracţie musculară maximală, susţinută. De exemplu, strângerea pumnului plasează muşchii într-o stare de tetanus.

O altă caracteristică a muşchilor este capacitatea de a ajunge la starea de **tonus** muscular. Tonusul muscular reprezintă starea în care muşchiul este menţinut parţial contractat pentru o perioadă lungă de timp. Aceasta se caracterizează prin producerea unei stimulări consecutive, de scurtă durată a fibrelor musculare, astfel că anumite părţi ale muşchiului sunt întotdeauna contractate, pe când cea mai mare parte a muşchiului rămâne relaxat. **Ortostatismul**, în prezenţa gravitaţiei, se realizează cu ajutorul tonusului muscular. Exerciţiul fizic creşte tonusul muşchilor utilizaţi.

ENERGIA NECESARĂ CONTRACŢIEI MUSCULARE

Energia utilizată pentru contracţia musculară derivă din ATP. ATP-ul rezultă din reacţiile chimice care au loc în numeroasele mitocondrii aflate în vecinătatea filamentelor subţiri şi groase. Capetele filamentelor de miozină conţin o enzimă, ATP-aza, care desface ATP-ul în ADP şi grupări fosfat, eliberând energia din moleculă.

Rezervele de ATP din fibra musculară sunt limitate, deci ATP-ul trebuie în permanenţă regenerat din ADP şi grupări fosfat. Una din sursele de regenerare a ATP-ului este **fosfocreatina (creatin fosfatul)**. Fosfocreatina conţine legături fosfat cu nivel energetic ridicat, reprezentând un depozit de energie celulară. Când ATP-ul este epuizat, fosfocreatina eliberează energie, prin transferarea fosfatului unei molecule de ADP, în vederea regenerării moleculelor de ATP (Figura 8.5).

Când un muşchi este extrem de activ, rezervele de ATP şi de fosfocreatină se pot epuiza. Din acest moment, metabolismul glucidic devine sursă de energie pentru celula musculară. Metabolismul glucidic, prin respiraţie celulară, implică glicoliza, ciclul Krebs, sistemul transportor de electroni şi chemiosmoza (Capitolul 19). Reacţiile respiraţiei celulare ce furnizează ATP au loc la nivelul citoplasmei şi mitocondriilor, necesitând oxigen pentru finalizarea lor.

Oxigenul necesar respiraţiei celulare este transportat la fibrele musculare prin intermediul hemoglobinei din eritrocite. În fibrele musculare, un pigment numit mioglobină, leagă moleculele de oxigen şi le depozitează temporar. Aşa cum s-a menţionat anterior, fibrele musculare roşii sunt roşii datorită prezenţei de mioglobină. Prezenţa mioglobinei în celulele musculare reduce necesitatea unui aport continuu de oxigen în timpul contracţiei.

Când muşchiul se contractă intens pentru câteva minute, oxigenul nu poate fi asigurat suficient de rapid pentru satisfacerea necesităţilor celulare. În această situaţie celulele musculare depind de ATP-ul rezultat din faza anaerobă a respiraţiei celulare (Capitolul 19).

DE REŢINUT
Acidul lactic se produce ca urmare a unei respiraţii celulare anaerobe prelungite în vederea furnizării de ATP.

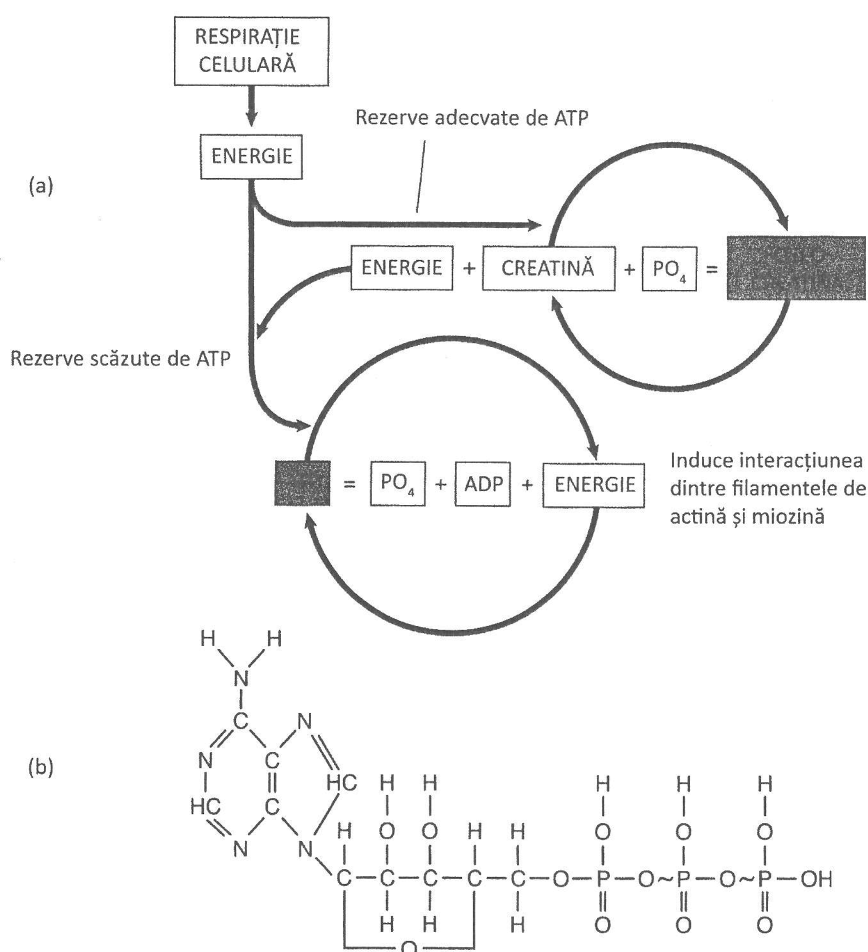


FIGURA 8.5. Conversia energetică în celulele musculare. (a) Energia este asigurată prin respirație celulară cu producere de fosfocreatină și furnizare de molecule de ATP. Când ATP-ul este scindat, energia rezultată produce activitate actino-miozinică, determinând astfel contracția musculară. (b) Structura chimică a ATP-ului. Când legăturile cu nivel energetic ridicat sunt scindate, este eliberată energie pentru a stimula activitatea celulei musculare.

În timpul **glicolizei anaerobe**, moleculele de glucoză sunt convertite în acid piruvic prin etape succesive, acest proces furnizând câte două molecule de ATP pentru fiecare moleculă de glucoză scindată. Dacă rezerva de oxigen a celulei este epuizată, acidul piruvic este convertit în **acid lactic**. Pe măsura acumulării acidului lactic, se instalează oboseala musculară extremă și **datoria de oxigen**. Aceasta presupune suplimentarea nevoilor de oxigen pentru a preveni formarea de acid lactic. Acidul lactic determină modificări ale pH-ului, iar fibrele musculare vor răspunde astfel mai slab la stimulare.

O mare parte din acidul lactic produs în celulele musculare difuzează în afara celulei și este transportat de către sânge la ficat. Celulele ficatului utilizează oxigenul pentru a reconverti acidul lactic în molecule cu randament energetic ridicat. Oxigenul este de asemenea utilizat pentru resinteza ATP-ului prin respirație celulară și pentru formarea fosfocreatinei. Efectul datoriei de oxigen poate fi constatat prin dificultatea de a respira după un efort extenuant.

FUNCŢIILE MUŞCHIULUI NETED ŞI CARDIAC

În această secţiune vor fi abordate câteva aspecte legate de muşchiul neted şi cel cardiac.

MUŞCHIUL NETED

Ţesutul muscular neted este format din celule (fibre) subţiri, alungite, fusiforme, fără striaţii şi cu un singur nucleu (amintiţi-vă că fibrele muşchilor scheletici au mai mulţi nuclei). Celulele musculare netede sunt aşezate în straturi în peretele tubului gastrointestinal, respectiv în pereţii anumitor vase de sânge sau a unor canale (ducte). Celulele sunt unite între ele prin intermediul fibrelor de colagen şi uneori prin **joncţiuni de tip „gap"**. Citoplasma fibrei musculare netede prezintă multe filamente de actină ale căror capete sunt inserate pe suprafaţa internă a membranei plasmatice. Miozina este de asemenea prezentă în muşchiul neted, cu capete de miozină aranjate ca şi în muşchiul scheletic. Fibra musculară netedă se contractă mult mai lent decât fibra scheletică, dar poate menţine contracţia o perioadă mult mai lungă.

Modelul de glisare a filamentelor se poate aplica şi celulelor musculare netede, dar nu există reticul sarcoplasmic intracelular, iar rolul calciului pare să fie diferit. Fibrele musculare netede sunt capabile de contracţii lente dar susţinute. În mod caracteristic, musculatura netedă nu se află sub control voluntar, ceea ce îi permite reacţii proprii, adaptate diverselor condiţii, în mod inconştient.

Anumite celule musculare netede sunt coordonate de sistemul nervos autonom (vegetativ), fibrele simpatice ale acestui sistem stimulând contracţiile, în timp ce, fibrele parasimpatice le inhibă (Capitolul 11). De asemenea, celulele musculare netede sunt reactive la anumiţi hormoni. Muşchii netezi se găsesc în viscere. Fibra musculară netedă nu prezintă sarcomere, dar conţine filamente de actină şi de miozină, sunt organizate în structuri asemănătoare miofibrilelor. Raportul dintre filamentele de actină şi de miozină este de 1:16, în comparaţie cu raportul de 1:2 din fibra scheletică. Muşchii netezi conţin, de asemenea, filamente intermediare, necontractile, ataşate unor structuri numite **corpi denşi**, distribuiţi în întreaga celulă. Corpii denşi permit cuplarea filamentelor de actină şi sunt echivalenţii liniei Z din muşchii scheletici. De aceşti corpi denşi este ataşat un citoschelet puternic, format din filamente intermediare. Fibrele musculare sunt înconjurate de ţesut conjunctiv şi sunt unite prin fibre de elastină şi colagen. De obicei, fibrele musculare netede sunt organizate în straturi musculare, ca de exemplu cele din pereţii vaselor de sânge. Contracţiile muşchilor netezi din vezica urinară, rect şi uter permit acestor organe să îşi elimine conţinutul. În muşchii netezi nu există joncţiuni neuromusculare bine structurate, dar butonii terminali ai axonilor eliberează neurotransmiţători în joncţiunile difuze de la nivelul fibrelor musculare netede.

Muşchii netezi nu au troponină care să acopere locurile de cuplare al actinei cu capetele miozinei, acestea fiind pregătite oricând pentru contracţie. Când o fibră musculară netedă este activată, calmodulina, şi nu troponina, este cea care leagă calciul. Fosforilarea capetelor miozinei se realizează printr-o serie de reacţii, permiţând legarea actinei şi declanşarea contracţiei.

Mușchiul neted poate fi clasificat în mușchi unitar și mușchi multiunitar. **Fibrele mușchiul neted unitar** se contractă ritmic, ca o unitate, fiind unite prin joncțiuni de tip „gap". Prin comparație, în **mușchiul multiunitar**, ca de exemplu cel din căile respiratorii, arterele mari sau mușchii erectori ai firelor de păr, fibrele acționează independent una față de cealaltă, joncțiunile de tip „gap" fiind rare. Mușchiul neted multiunitar are terminații nervoase bogate, iar unitatea motorie se formează cu un anumit număr de fibre musculare. Componenta vegetativă a sistemului nervos este cea care trimite impulsuri către mușchii netezi.

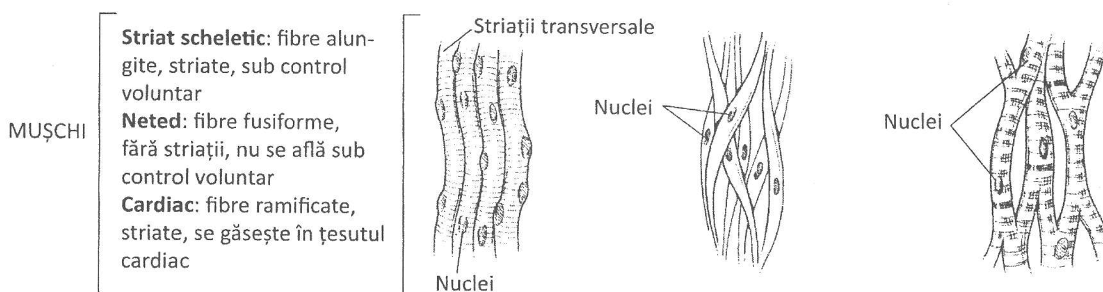
MUȘCHIUL CARDIAC

Mușchiul cardiac se găsește numai în structura inimii. Celulele musculare cardiace prezintă un singur nucleu, au aspect striat și numeroase mitocondrii. Fibrele musculare cardiace sunt adesea ramificate, formând o adevărată rețea cu celulele (fibrele) învecinate. Prezintă sistem tubular T și reticul sarcoplasmic. Capetele celulelor cardiace sunt strâns legate unul de celălalt prin intermediul **discurilor intercalare** (Tabelul 8.3). Acestea sunt regiuni ale membranei celulare care prezintă numeroase joncțiuni de tip „gap", prin intermediul cărora impulsul electric ce determină contracția se propagă cu ușurință de la o celulă la alta. Discul intercalar este prezent numai în celulele cardiace și nu se găsește în alte tipuri de țesuturi musculare.

Mușchiul cardiac nu se află sub control voluntar. Acesta primește impulsuri prin ramuri ale sistemului nervos vegetativ, care pot modifica contracțiile. Fiziologia mușchiului cardiac este detaliată în Capitolul 15.

TABELUL 8.3 COMPARAȚIE ÎNTRE MUȘCHIUL CARDIAC ȘI CEL SCHELETIC

Caracteristică	Mușchiul cardiac	Mușchiul scheletic
Tip de control	Sistem nervos vegetativ	Sistem nervos somatic
Dispunerea fibrelor	Ramificate	Neramificate
Aspect microscopic	Striat	Striat
Număr de nuclei/fibră	Unul	Mulți
Discuri intercalare	Prezente	Absente
Aranjamentul tubilor	Un tub/ sarcomer, aflat la nivelul liniei Z	Doi tubi/ sarcomer, localizați la nivelul joncțiunilor A-I
Durata potențialului de acțiune	150-300 msec	1-2 msec
Timpul de contracție	150-300 msec	Aproximativ 40 msec, cu variații la mușchi diferiți
Perioada refractară absolută	150-300 msec	1-2 msec



21. Ionii de calciu sunt depozitați în celula musculară în invaginări ale membranei celulare numite ___________.

22. După eliberarea ionilor de calciu, aceștia stimulează contracția musculară prin legarea de moleculele de ___________.

23. Legarea calciului de troponină produce o modificare a conformației moleculei de ___________.

24. Modificarea conformației tropomiozinei eliberează situsurile de la nivelul actinei de care se vor lega capetele ___________.

25. Contracția musculară se termină când tropomiozina maschează locurile de legare ale miozinei de pe ___________.

26. În timpul relaxării musculare, energia este utilizată pentru a pompa ionii de calciu în reticulul sarcoplasmic și în ___________.

27. Starea de contracție musculară continuă ca urmare a instalării decesului se numește ___________.

28. Mușchiul se contractă după atingerea unei intensități prag, iar răspunsul respectă legea ___________.

29. Răspunsul variabil produs de mușchi ca întreg este cunoscut ca ___________.

30. Numărul de fibre musculare care se contractă într-un mușchi depinde de stimularea produsă de ___________.

31. Contracția unei fibre musculare este denumită ___________.

32. Toate fibrele musculare stimulate de un neuron motor constituie o ___________.

33. Creșterea numărului de secuse, apărută prin stimulare continuă, este descrisă ca ___________.

34. Starea de contracție maximală, susținută, a unui mușchi este un fenomen denumit ___________.

35. Starea în care mușchiul este menținut parțial contractat pentru o perioadă mai lungă este denumită ___________.

36. Când ATP-ul este scindat în celulele musculare, cei doi produși finali sunt grupările fosfat și ___________.

37. O sursă de regenerare a ATP-ului este reprezentată de molecule cu nivel energetic înalt denumite ___________.

38. Pentru ca cea mai mare parte a energiei să fie eliberată din moleculele de glucide pe parcursul metabolismului celulei musculare, un gaz esențial este ___________.

39. Când muşchiul este privat de oxigen, energia pentru contracţia musculară derivă dintr-un proces anaerob denumit ____________.

40. Oboseala musculară extremă este în general datorată formării unui acid numit ____________.

41. Ca urmare a unei activităţi fizice intense, o persoană respiră profund pentru a reface ____________.

42. O mare parte din acidul lactic produs în timpul unui efort fizic intens este transportat din celulele musculare pentru a fi metabolizat de ____________.

43. Contracţiile muşchiului striat sunt rapide, iar contracţiile muşchiului neted sunt în general ____________.

44. Muşchiul neted este numit astfel deoarece nu conţine ____________.

45. Celulele musculare din unii muşchi netezi sunt conectate între ele prin joncţiuni de tip ____________.

46. Dacă muşchiul striat este sub control voluntar, muşchii netezi sunt ____________.

47. Fibrele muşchiul neted unitar sunt interconectate prin ____________.

48. Muşchiul cardiac este striat şi bogat alimentat de organite ce eliberează energie, denumite ____________.

49. Capetele fibrelor musculare cardiace sunt interconectate prin joncţiuni de tip „gap" conţinute de ____________.

50. Muşchiul cardiac se aseamănă cu muşchiul neted deoarece nu se află sub ____________.

SECŢIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere*: Încercuiţi litera din dreptul variantei corecte din următoarele afirmaţii:*

1. Muşchiul neted poate fi găsit în
   A. membrele superioare şi inferioare
   B. trunchi
   C. tubul digestiv
   D. cap şi gât

2. Unica localizare a muşchiul cardiac în corpul uman este în
   A. uter
   B. creier
   C. gambă
   D. inimă

3. Pentru fiecare mușchi care acționează într-o direcție există un alt mușchi care acționează
   A. complementar
   B. antagonist
   C. prin extensie
   D. prin flexie

4. Mușchiul scheletic este sub
   A. control voluntar
   B. stress continuu
   C. control enzimatic
   D. control hormonal

5. Cele două proteine ale miofibrilelor sunt:
   A. pepsina și peptidele
   B. lizozimul și peptidoglicanul
   C. glicogenul și insulina
   D. actina și miozina

6. Linia Z, banda I, banda A, și zona H sunt părți anatomice ale
   A. miofibrilelor
   B. sarcolemei
   C. sarcomerului
   D. filamentelor subțiri

7. Spațiul dintre două membrane Z se reduce în timpul
   A. producției de ATP
   B. contracției
   C. sintezei proteice
   D. eliberării sarcoplasmice

8. Unitățile funcționale ale mușchiului scheletic sunt
   A. fibrele musculare
   B. fasciculele
   C. sarcomerele
   D. întreg mușchiul

9. Energia pentru contracția musculară este asigurată de
   A. ATP
   B. NAD
   C. NADP
   D. ADN

10. Contracția musculară se produce când
   A. filamentele de actină alunecă printre cele de miozină
   B. în sarcoplasmă se află puțini ioni de sodiu
   C. ionii de calciu se află în reticulul sarcoplasmic
   D. se scurtează filamentele de actină și miozină

11. Mioglobina din mușchiul roșu este importantă deoarece
    A. asigură ATP-ul pentru contracția musculară
    B. asigură calciul pentru contracția musculară
    C. asigură oxigenul pentru contracția musculară
    D. îndepărtează produșii de scindare ai ATP-ului din timpul contracției

12. Prezența mioglobinei în mușchiul roșu permite acestuia să
    A. reziste oboselii
    B. se recupereze repede
    C. efectueze secuse
    D. utilizeze NAD ca și sursă de energie

13. În mușchiul aflat în repaus, capetele miozinei sunt împiedicate să se lege de actină prin
    A. intervenția oxigenului
    B. activitatea ionilor de fier
    C. proteina numită tropomiozină
    D. prezența dioxidului de carbon

14. Pentru realizarea contracției musculare, reticulul sarcoplasmic eliberează
    A. ATP, care se scindează și eliberează energie
    B. ioni de calciu care stimulează contracția musculară
    C. acid lactic, care inhibă activitatea musculară
    D. neurotransmițători, care furnizează impulsuri către mușchi

15. Pentru ca să se producă o contracție musculară
    A. trebuie să fie prezent acidul lactic
    B. trebuie să fie prezent lizozimul
    C. ionii de fier trebuie să fie disponibili
    D. fibra musculară trebuie să fie stimulată de un impuls nervos

16. În timpul contracției musculare ionii de calciu se leagă de
    A. un atom de oxigen
    B. moleculele de troponină
    C. reticulul endoplasmic
    D. suprafața celulei musculare

17. Celulele musculare în care lipsește ATP-ul
    A. rămân contractate
    B. utilizează acid lactic în locul ATP-ului
    C. urmează calea metabolismului anaerob
    D. sunt în general celule musculare sănătoase

18. Faptul că o fibră musculară se contractă complet sau deloc este cunoscut ca
    A. fenomenul de completare
    B. răspunsul complementar
    C. teoria utilizării și neutilizării
    D. răspunsul „tot sau nimic”

19. Numărul de celule care se contractă într-un mușchi influențează
    A. joncțiunea musculară
    B. mecanismul de glisare
    C. răspunsul gradual
    D. fenomenul parțial

20. Starea de contracție musculară maximală susținută a unui mușchi
    A. se numește tonus
    B. apare cel mai frecvent în absența oxigenului
    C. se numește și tetanus
    D. nu apare niciodată într-un mușchi

21. Fosfocreatina este utilizată în celula musculară ca
    A. sursă de proteine
    B. rezervă de aminoacizi
    C. rezervă de enzime
    D. rezervă de energie pentru ATP

22. Cantitatea de ATP produsă în timpul reacțiilor anaerobe din celulele musculare
    A. este la fel cu cea rezultată din metabolismul aerob
    B. este mult mai mică decât cea rezultată din metabolismul aerob
    C. este mult mai mare decât cea rezultată din metabolismul aerob
    D. este produsul reacțiilor ciclului Krebs și al transportului de electroni

23. Mușchiul neted diferă de mușchiul scheletic pentru că *nu* are
    A. citoplasmă
    B. membrană celulară
    C. la fel de multe filamente de actină
    D. nicio conexiune cu fibrele nervoase

24. Capetele fibrelor musculare cardiace sunt conectate prin
    A. desmozomi
    B. discuri intercalare
    C. fibre nervoase
    D. ioni de calciu

25. Mușchiul cardiac este:
    A. striat și involuntar
    B. striat și voluntar
    C. neted și involuntar
    D. neted și voluntar

SECŢIUNEA D – Adevărat/Fals: *La următoarele enunţuri marcaţi cu litera „A" afirmaţia care este adevărată. Dacă este falsă, modificaţi cuvântul subliniat pentru a o transforma într-una adevărată.*

1. Unitatea structurală a ţesutului muscular este celula musculară, denumită şi fibră musculară.
2. Cele trei tipuri de muşchi sunt muşchiul neted, muşchiul scheletic şi muşchiul epitelial.
3. Toate celulele musculare sunt capabile să se contracte printr-un mecanism activ.
4. Muşchii striaţi scheletici ai corpului se află sub control voluntar.
5. Citoplasma celulei musculare se mai numeşte şi sarcolemă.
6. Filamentele groase ale fibrei musculare sunt alcătuite dintr-o proteină numită actină.
7. Linia de la capetele sarcomerului este cunoscută ca şi banda A.
8. În timpul contracţiei musculare, se vizualizează mai puţin zona H.
9. În timpul contracţiei musculare, punţile de legătură sunt formate din capetele globuloase ale filamentelor de actină.
10. Când un muşchi este pe cale de a se contracta, se produce mişcarea filamentelor de miozină.
11. Sursa principală de energie pentru contracţia musculară este reprezentată de moleculele de NAD.
12. Pentru ca muşchiul să se contracte, trebuie să existe rezerve importante de dioxid de carbon, necesare sintezei de ATP.
13. În muşchiul alb există cantităţi mici de mioglobină.
14. Invaginările membranei celulare cunoscute ca tubii H, reprezintă rezervoare de calciu necesar contracţiei musculare.
15. Al doilea, dar cel mai important ion în declanşarea contracţiei musculare este ionul de clor.
16. Modificările din structura moleculei de mioglobină sunt responsabile pentru declanşarea contracţiei fibrei musculare.
17. Răspunsul „tot sau nimic" indică faptul că o fibră musculară se contractă complet sau deloc.
18. Contracţia unei singure fibre musculare este denumită secusă.
19. Starea de contracţie maximă observată într-un muşchi se numeşte tonus.

20. O stare în care muşchiul este menţinut parţial contractat pentru o perioadă lungă de timp se numeşte tetanus.

21. Când o persoană respiră profund după un efort fizic susţinut, oxigenul adus în corp ajută la eliminarea acidului lactic acumulat.

22. În muşchiul neted, celulele musculare sunt legate între ele prin intermediul fibrelor de colagen şi a desmozomilor.

23. Tipul de muşchi care se găseşte în majoritatea organelor viscerale este muşchiul striat scheletic.

24. Din cauza necesarului crescut de energie, muşchiul cardiac conţine multe mitocondrii.

25. Discurile intercalare se găsesc numai în muşchiul neted.

SECŢIUNEA E – Studiu de caz

Sam şi-a fracturat ulna dreaptă în timp ce juca fotbal. Antebraţul a fost menţinut în aparat gipsat până la vindecare. Sam este dreptaci. Când doctorul i-a îndepărtat gipsul, a observat că antebraţul drept era mai subţire decât cel stâng, invers faţă de cum era înainte. Explicaţi diferenţele vizibile din structura antebraţului drept al pacientului.

RĂSPUNSURI

SECŢIUNEA A

Figura 8.6

1. o
2. g
3. e
4. d
5. l
6. p
7. n
8. h
9. k
10. i
11. f
12. c
13. j
14. m
15. b
16. a
17. l
18. r
19. s
20. q

SECȚIUNEA B – Completare

1. mușchi neted
2. mușchi cardiac
3. mușchi striat scheletic
4. antagoniști
5. miofibrile
6. sarcomer
7. miozină
8. actină
9. linia Z
10. teoria mecanismului de glisare
11. sarcomerul
12. ATP-ul
13. mioglobină
14. ATP
15. mioglobină
16. oxigen
17. mușchi glicolitic
18. tropomiozina
19. acetilcolină
20. ionul de sodiu
21. tubii T
22. troponină
23. tropomiozină
24. miozinei
25. actină
26. tubii T
27. rigor mortis
28. „tot sau nimic"
29. răspunsul gradual
30. impulsurile nervoase
31. secusă
32. unitate motorie
33. sumație
34. tetanus
35. tonus
36. ADP
37. fosfocreatină
38. oxigenul
39. glicoliză anaerobă
40. lactic
41. datoria de oxigen
42. ficat
43. lente
44. striații
45. „gap"
46. involuntari
47. joncțiuni de tip „gap"
48. mitocondrii
49. discurile intercalare
50. control voluntar

SECȚIUNEA C – Întrebări cu răspuns la alegere

1. C	6. C	11. C	16. B	21. D
2. D	7. B	12. A	17. A	22. B
3. B	8. C	13. C	18. D	23. C
4. A	9. A	14. B	19. C	24. B
5. D	10. A	15. D	20. C	25. A

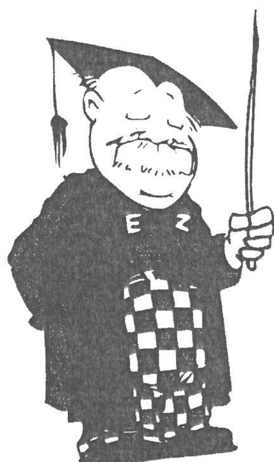
SECȚIUNEA D – Adevărat/Fals

1. A
2. cardiac
3. A
4. A
5. sarcoplasmă
6. miozină
7. linia Z
8. A
9. filamentelor de miozină
10. filamente de actină
11. ATP
12. oxigen
13. A
14. tubii T
15. calciu
16. troponină
17. A
18. A
19. tetanus
20. tonus
21. A
22. joncțiuni de tip „gap"
23. neted
24. A
25. cardiac

SECȚIUNEA E – Studiu de caz

Atrofia musculară a apărut în timpul imobilizării în gips a antebrațului pacientului. Mușchii care sunt utilizați mai puțin își pierd din tonus deoarece miofibrilele devin mai mici și mai slabe. De asemenea, pe măsură ce oasele se vindecă după o fractură, ele își iau nutrienții necesari din țesuturile musculare din jur, determinând micșorarea acestor mușchi.

9



Sistemul muscular

CE VEŢI ÎNVĂŢA

Acest capitol descrie muşchii corpului. Parcurgând acest capitol, veţi învăţa să:

- descrieţi inserţiile muşchilor pe oase sau pe alţi muşchi;
- diferenţiaţi agoniştii de antagonişti;
- identificaţi muşchii în funcţie de localizare, inserţii şi funcţii;
- aplicaţi cunoştinţele dobândite într-un studiu de caz.

CUPRINSUL CAPITOLULUI

Majoritatea mușchilor striați scheletici sunt relativ lungi și înguști și, cu câteva excepții, ambele lor capete se inseră pe oase. În cazul unui mușchi scheletic tipic, un capăt al mușchiului se atașează printr-un tendon de un os, care rămâne relativ fix; acest loc de atașare se numește **origine**. Tendonul de la celălalt capăt al mușchiului se atașează osului care este mobilizat de mușchi. Locul de atașare la osul mobil se numește **inserție**. În general, originea se găsește mai aproape de linia mediană a corpului decât inserția. Unii mușchi au origini și inserții multiple. De exemplu, mușchiul biceps brahial al membrului superior are două origini și două inserții.

DE REȚINUT
Originea unui mușchi se află pe un os fix apropiat de linia mediană a corpului. Inserția lui se face pe un os mobil, mai îndepărtat de linia mediană a corpului.

Tendoanele sunt extensii ale țesutului conjunctiv ce învelește fibrele musculare, cu aspect de cilindri sau benzi. Ele variază în lungime de la mai puțin de 2 cm la mai mult de 30 cm. În unele cazuri, mușchii se atașează la oase prin tendoane subțiri, sub forma unor teci, numite **aponevroze**. Uneori, aponevrozele se atașează la fasciile altor mușchi, și nu la oase. Aponevrozele se găsesc frecvent pe mușchii care acoperă trunchiul (Figura 9.1).

Mișcările corpului se realizează prin acțiunea a doi sau mai mulți mușchi ce acționează împreună. De exemplu, mușchiul biceps brahial, flectează antebrațul la nivelul cotului apropiind mâna de umăr. Un alt mușchi, tricepsul brahial, realizează extensia antebrațului și îndepărtează mâna de umăr.

Mușchii cu acțiune mai directă și mai puternică în timpul unei anumite mișcări se numesc prim motori sau **agoniști**. De exemplu, bicepsul brahial este agonistul mișcărilor de la nivelul cotului. Mușchii care acționează în opoziție cu agoniștii se numesc **antagoniști**. Mușchiul triceps brahial este antagonistul bicepsului brahial.

Mușchii mai sunt numiți flexori și extensori, și, de asemenea, abductori, adductori, ridicători, coborâtori, retropulsori, antepulsori, rotatori și sfincterieni (Tabelul 9.1 rezumă funcțiile anumitor mușchi pentru a arăta diferențele dintre ei). Majoritatea mișcărilor corpului rezultă din acțiunile complexe ale unor grupe de mușchi: flexori, extensori, rotatori dar și alți mușchi (Figura 9.2). În acest capitol, sunt descrise funcțiile celor mai importanți mușchi. Aceștia sunt prezentați în tabele și figuri, și discutați în text. Recapitularea mișcărilor articulare din Capitolul 6 va fi utilă în înțelegerea abducției, adducției și a altor mișcări produse de mușchi.

DE REȚINUT
În timp ce agonistul se contractă pentru a produce mișcarea dorită, antagonistul se relaxează pentru a permite această mișcare.

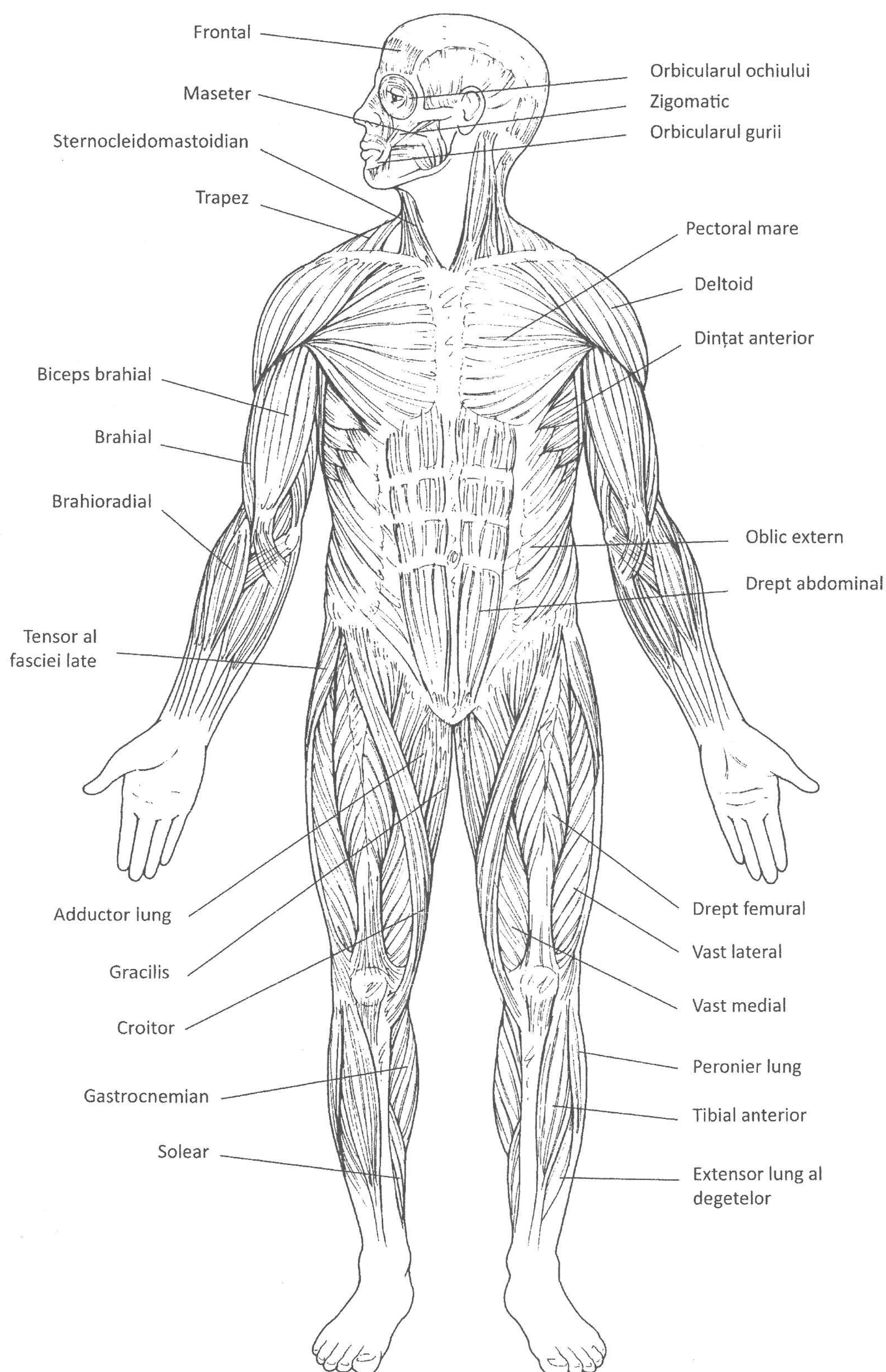


FIGURA 9.1 Mușchii superficiali ai feței anterioare a corpului.

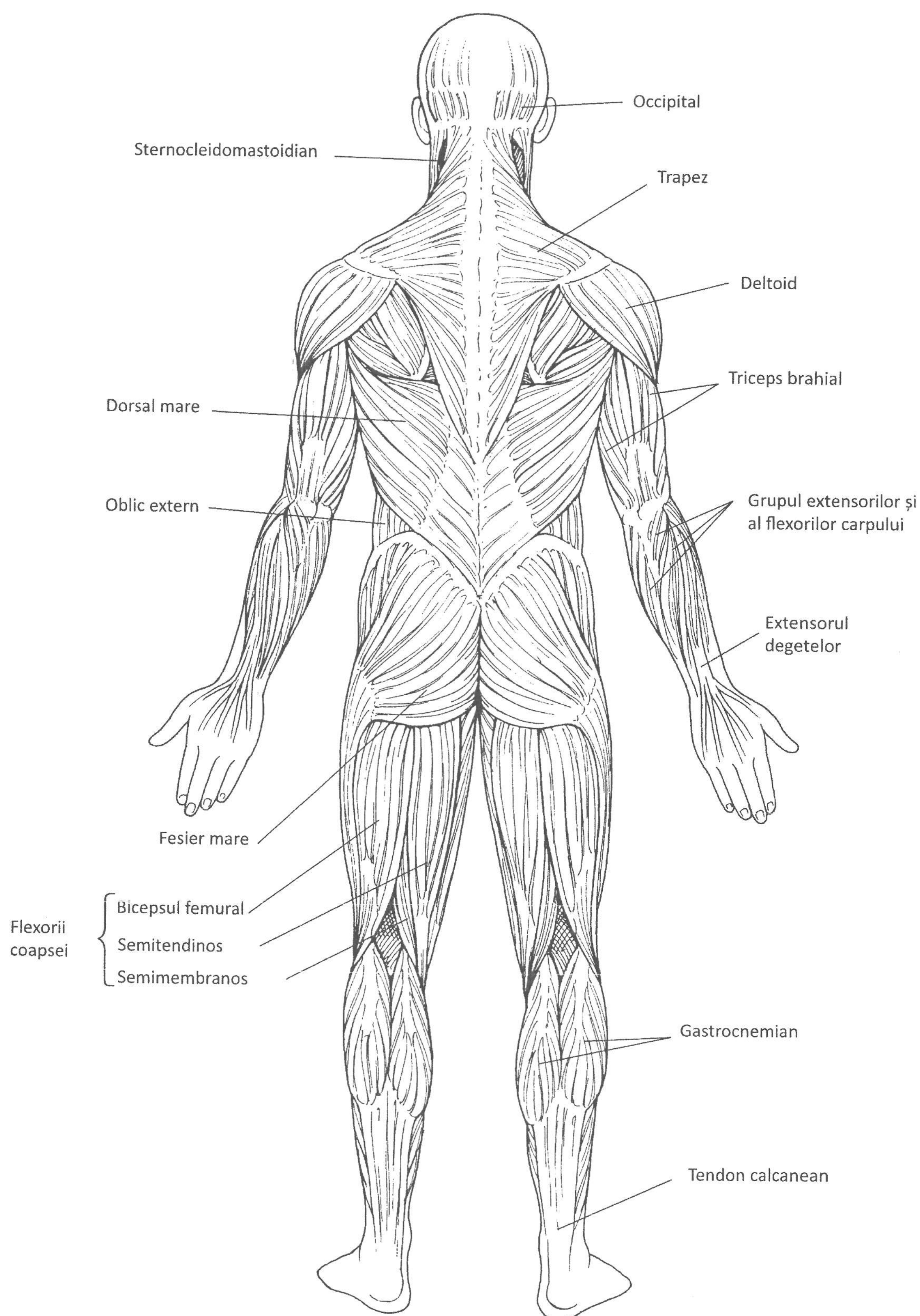


FIGURA 9.2 Mușchii superficiali ai feței posterioare a corpului.

TABELUL 9.1 EXEMPLE DE ZONE ALE CORPULUI ŞI MUŞCHII CARE LE APARŢIN

Localizare	Muşchi	Funcţie
Gât	M. sternocleidomastoidian	Flexia capului
Spate	M. trapez	Extensia membrului superior
	M. dorsal mare	Extensia membrului superior
Perete abdominal	M. oblic extern	Comprimarea abdomenului
Umăr	M. deltoid	Abducţia membrului superior
	M. pectoral mare	Adducţia membrului superior
	M. dinţat anterior	Abducţia umărului
Braţ	M. biceps brahial	Flexia antebraţului
	M. triceps brahial	Extensia antebraţului
	M. brahial	Flexia antebraţului
Antebraţ	M. brahioradial	Flexia antebraţului
	M. pronator rotund	Pronaţia, flexia braţului
Fese	M. fesier mare	Extensia coapsei
	M. fesier mic	Abducţia coapsei
	M. fesier mediu	Abducţia coapsei
Coapsă		
Plan anterior	Grupul cvadriceps femural:	
	M. drept femural	Flexia coapsei
	M. vast lateral	Extensia membrului inferior
	M. vast medial	Extensia membrului inferior
	M. vast intermediar	Extensia gambei
Plan medial	M. gracilis	Adducţia coapsei
	Grupul adductorilor (scurt, lung, mare)	
	M. croitor	Flexia, rotaţia coapsei
Plan posterior	Muşchii flexori	Flectarea gambei
	M. biceps femural	
	M. semitendinos	
	M. semimembranos	
Gambă		
Plan anterior	M. tibial anterior	Adducţia piciorului
Plan posterior	M. gastrocnemian	Extensia piciorului
	M. solear	Extensia piciorului
Diafragmă pelvină	M. ridicător anal	Formarea diafragmei pelvine
	M. coccigian	Formarea diafragmei pelvine

MUȘCHII EXTREMITĂȚILOR CORPULUI

Mușchii extremităților corpului leagă membrele superioare și inferioare de trunchi și, de asemenea, controlează mișcările tuturor părților componente ale extremităților. Ei se împart în mai multe grupe, după cum va fi prezentat în continuare.

MUȘCHII UMĂRULUI

Mișcările umărului implică și mișcările scapulei, os numit și omoplat. Mai mulți mușchi se atașează de scapulă, dar numai câțiva dintre ei sunt considerați mușchi importanți.

Mușchiul dințat anterior este un mușchi lat, zimțat, situat în partea laterală a toracelui. Originea lui este pe suprafața externă a primelor nouă coaste, iar inserția este pe suprafața costală a scapulei. Funcția lui este de a trage spre exterior scapula și membrul superior.

Trapezul (Figura 9.3) este un mușchi lat, triunghiular, situat la nivelul spatelui. Își are originea pe osul occipital și apofizele mai multor vertebre, și se inseră atât pe claviculă, cât și pe scapulă. Trapezul mobilizează centura scapulară și întreaga extremitate superioară a corpului. De asemenea, rotește scapula astfel încât, în timpul abducției brațului, fosa glenoidă să se orienteze în sus.

Mușchiul **dorsalul mare** este un mușchi al spatelui, cu originea pe apofizele mai multor vertebre toracale iar inserția, printr-un tendon lat, în șanțul intertubercular al humerusului. Funcția lui este de a extinde brațul și de a acționa ca antagonist al pectoralului mare.

DE REȚINUT
Deltoidul realizează mișcare de abducție a brațului, în timp ce pectoralul mare și dorsal ul mare realizează mișcarea de adducție a brațului.

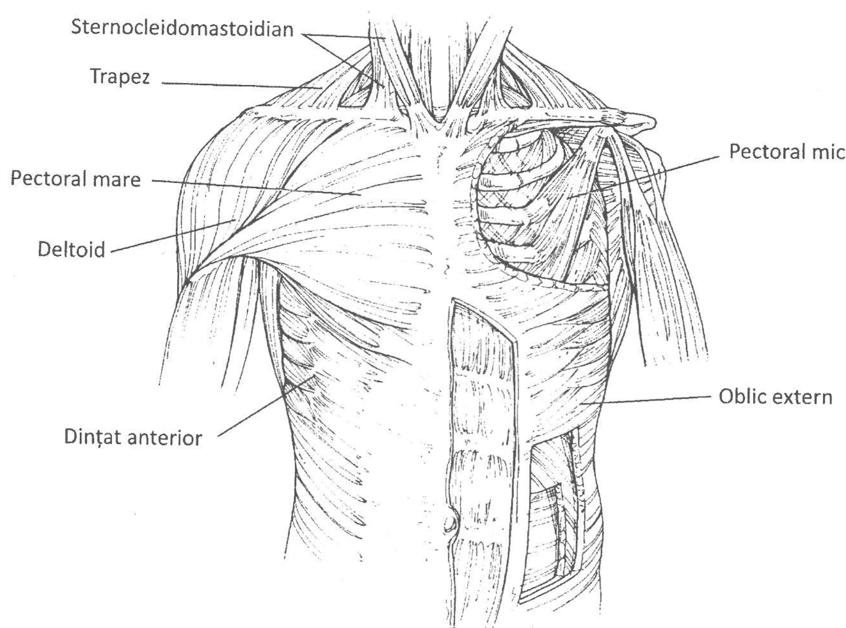


FIGURA 9.3 Cei mai importanți mușchi ai feței anterioare a toracelui.

Unul dintre muşchii mari, triunghiulari ai peretelui toracic anterior este **pectoralul mare**. Acest muşchi îşi are originea pe oasele şi cartilajele toracelui şi pe claviculă, iar inserţia pe humerus. Pectoralul mare flectează braţul şi formează o parte semnificativă a peretelui anterior al axilei. Acţionează ca antagonist al muşchiului marele dorsal în vederea abducţiei braţului.

Muşchiul deltoid (Figura 9.4) este muşchiul ce acoperă umărul. Originea lui se află pe apofiza acromială a scapulei şi pe claviculă, iar inserţia pe humerus. Deltoidul este un abductor major al braţului şi produce de asemenea flexia şi extensia braţului. Atunci când deltoidul acţionează ca şi abductor, antagoniştii lui sunt pectoralul mare şi dorsalul mare.

Muşchiul pectoralul mic este un muşchi mai mic, triunghiular, situat sub pectoralul mare. Îşi are originea pe coaste şi se inseră pe apofiza coracoidă a scapulei. Pectoralul mic acţionează ca şi abductor al scapulei şi coboară umărul; în acelaşi timp se produce o depresiune la nivelul umărului.

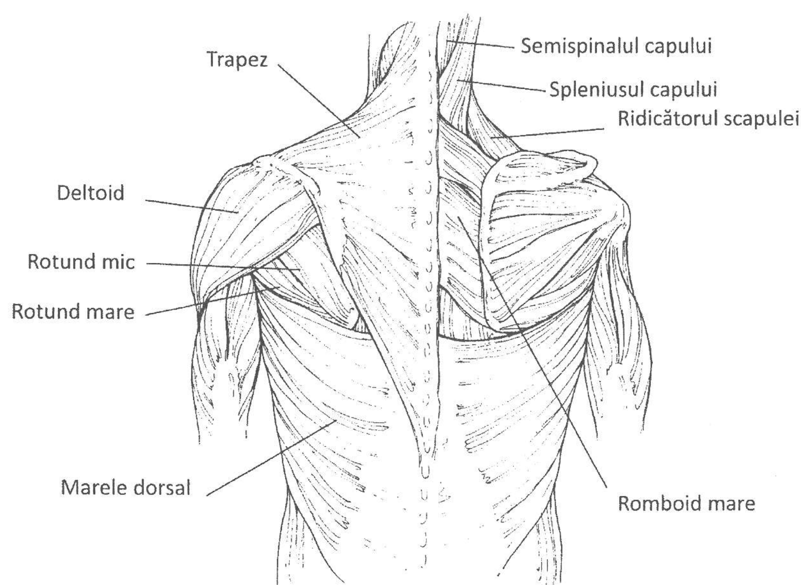


FIGURA 9.4 Cei mai importanţi muşchi ai feţei posterioare a umărului.

MUŞCHII BRAŢULUI

Muşchii braţului produc atât mişcări ale umărului cât şi ale antebraţului. Cel mai superficial muşchi al braţului este **bicepsul brahial**. La origine, acest muşchi are două capete, unul lung şi unul scurt, ambele situate pe scapulă. Muşchiul se inseră pe radius şi, în parte, pe ţesutul conjunctiv al antebraţului. Bicepsul brahial mobilizează două articulaţii (articulaţia cotului şi cea a umărului). La nivelul articulaţiei cotului produce flexia şi supinaţia antebraţului; la nivelul articulaţiei umărului, permite flexia extremităţii superioare. (Tabelul 9.2 prezintă muşchii umărului şi ai braţului).

DE REŢINUT
Bicepsul brahial flectează antebraţul, în timp ce tricepsul brahial realizează extensia.

TABELUL 9.2 MUȘCHII UMĂRULUI ȘI AI BRAȚULUI

Mușchi	Origine	Inserție	Inervație
Trapezul	Osul occipital Vertebre (cervicale, toracale)	Clavicula Scapula (spina și acromion)	Nervul accesor și câțiva nervi cervicali
Pectoralul mic	Coaste (II-V)	Scapula (apofiza coracoidă)	Nervii toracici anteriori: medial și lateral
Dințatul anterior	Coaste (primele opt sau nouă)	Scapula (suprafața anterioară, marginea vertebrală)	Nervul toracic lung
Pectoralul mare	Clavicula (jumătatea medială) Sternul Cartilajele costale ale coastelor adevărate	Humerus (tuberculul mare)	Nervii toracici anteriori: medial și lateral
Marele dorsal	Vertebre (Apofizele vertebrelor toracale) Creasta iliacă Fascia lombodorsală	Humerus (șanțul intertubercular)	Nervul toracodorsal
Deltoidul	Clavicula Scapula (spina și acromion)	Humerus (tuberozitatea deltoidiană)	Nervul axilar
Bicepsul brahial	Scapula (tuberculul supraglenoidal) Scapula (apofiza coracoidă)	Radius (tuberozitatea de la capătul proximal)	Nervul musculocutanat
Brahialul	Humerus (jumătatea distală, suprafața anterioară)	Ulna (apofiza coronoidă)	Nervul musculocutanat
Tricepsul brahial	Scapula (tuberculul infraglenoidal) Humerus (suprafața posterioară)	Ulna (olecranon)	Nervul radial

Un mușchi voluminos al porțiunii posterioare a brațului este **tricepsul brahial.** Acest mușchi are trei capete de origine. Două sunt situate la nivelul humerusului și unul pe scapulă. Mușchiul se inseră pe olecranul ulnei. Realizează extensia antebrațului la nivelul cotului. **Coracobrahialul** este localizat anterior. Se întinde de la scapulă la humerus și intervine în flexia și adducția brațului.

Al patrulea mușchi al brațului este **brahialul** (Figura 9.5). El își are originea la nivelul suprafeței anterioare a humerusului și se inseră pe apofiza coronoidă a ulnei. Brahialul flectează brațul la nivelul cotului.

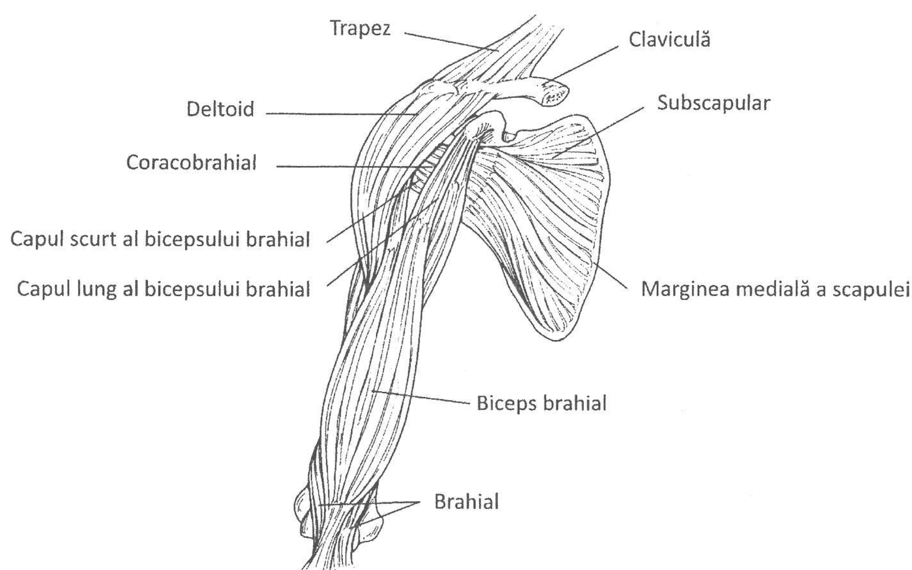


FIGURA 9.5 Mușchii anteriori ai umărului și ai brațului.

MUȘCHII ANTEBRAȚULUI, AI ÎNCHEIETURII MÂINII ȘI AI MÂINII

Mulți dintre mușchii brațului se continuă pe antebraț (de exemplu bicepsul brahial, tricepsul brahial și brahialul). Un alt mușchi este **brahioradialul**. Acest mușchi își are originea la capătul distal lateral al humerusului și se inseră pe suprafața laterală a radiusului. El flectează brațul la nivelul cotului.

Supinatorul este de asemenea un mușchi al antebrațului. Acest mușchi își are originea pe epicondilul lateral al humerusului, iar inserția în regiunea superioară a radiusului. El produce supinația, adică rotația antebrațului astfel încât palma să fie îndreptată spre anterior. Alți mușchi ai antebrațului sunt mușchiul **pronator rotund** și **pronator pătrat**. Ambii mușchi rotesc antebrațul înspre linia mediană.

Mulți dintre mușchii antebrațului au tendoane ce se întind înspre încheietura mâinii și apoi înspre degete. Acești mușchi servesc ca și flexori și extensori puternici ai degetelor. Flexia la nivelul încheieturii mâinii este realizată de către mușchii **flexor radial al carpului** și **flexor ulnar al carpului**, la care contribuie și mulți alți mușchi. Extensia încheieturii mâinii este realizată de **extensorul radial lung al carpului**, **extensorul radial scurt al carpului** și de **extensorul ulnar al carpului**, la care contribuie și alți mușchi (Figura 9.6). Acești mușchi permit, de asemenea, abducția și adducția încheieturii mâinii. Mușchii flexori formează o masă musculară; dintre ei o parte își au originea pe epicondilul medial al humerusului. Extensorii își au originea în parte pe epicondilul lateral al humerusului.

Mâna, inclusiv degetele, poate executa mișcări de flexie, extensie, adducție și abducție. La baza policelui există niște mușchi scurți ce îi permit acestuia să atingă vârfurile fiecăruia dintre celelalte degete. Această proprietate se numește **opozabilitate** și este caracteristică omului. Degetul mic are, de asemenea, mușchi scurți care adâncesc palma astfel încât policele și degetul mic să se poată atinge.

Mișcarea degetelor este realizată de mai mulți flexori și extensori. **Mușchii interosoși dorsali** permit abducția și adducția degetelor. Totodată, la mișcările fiecărui deget contribuie și tendoanele mușchilor lungi ai antebrațului, care se inseră pe degete. Tendoanele sunt acoperite de **tecile sinoviale**.

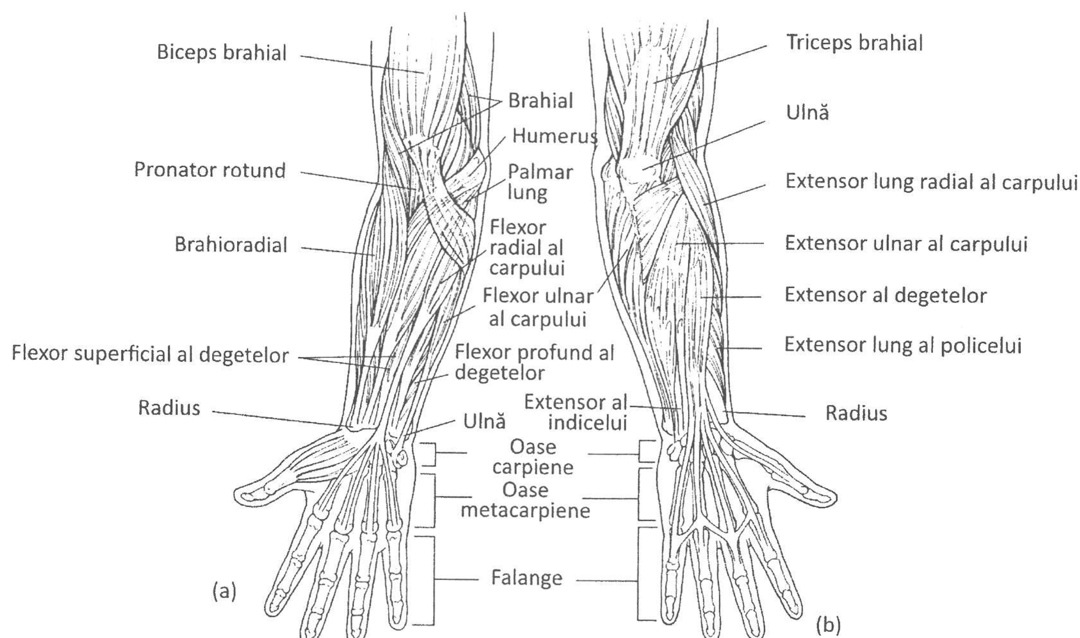


FIGURA 9.6 Mușchii antebrațului, ai încheieturii mâinii și ai degetelor. (a) Vedere anterioară. (b) Vedere posterioară.

MUȘCHII COAPSEI

Spre deosebire de extremitatea superioară, extremitatea inferioară a corpului este unită de trunchi printr-un număr mai mic de mușchi. Un mușchi important al feței anterioare a coapsei este **psoasul mare**. Acest mușchi leagă extremitatea inferioară de scheletul axial. Își are originea pe corpurile vertebrelor lombare, apoi trece prin pelvis pentru a ajunge la nivelul coapsei, unde se inseră pe trohanterul mic al femurului. Psoasul mare produce flexia coapsei; de asemenea, flectează trunchiul.

Un alt mușchi al feței anterioare a coapsei este mușchiul **iliac**. Acesta își are originea în fosa iliacă a ilionului și se inseră pe trohanterul mic al femurului (împreună cu mușchiul psoas). Permite flexia la nivelul articulației șoldului și de obicei se consideră că, în asociere cu mușchiul psoas mare, formează împreună un singur mușchi numit **iliopsoas** (Figura 9.7).

Pe suprafața anterioară a coapsei se află și mușchiul **croitor**, un mușchi lung, îngust, cu originea pe spina iliacă antero-superioară și inserția pe suprafața medială a tibiei. Mușchiul croitor se întinde între articulația șoldului și genunchiului și determină mișcarea ambelor articulații. El flectează coapsa și rotește gamba medial. Mușchiul poartă și numele de **sartorius** pentru că permite încrucișarea picioarelor (cuvântul "sartor" în-

seamnă croitor, iar muşchiul se numeşte sartorius referindu-se la poziţia cu picioarele încrucişate a croitorilor).

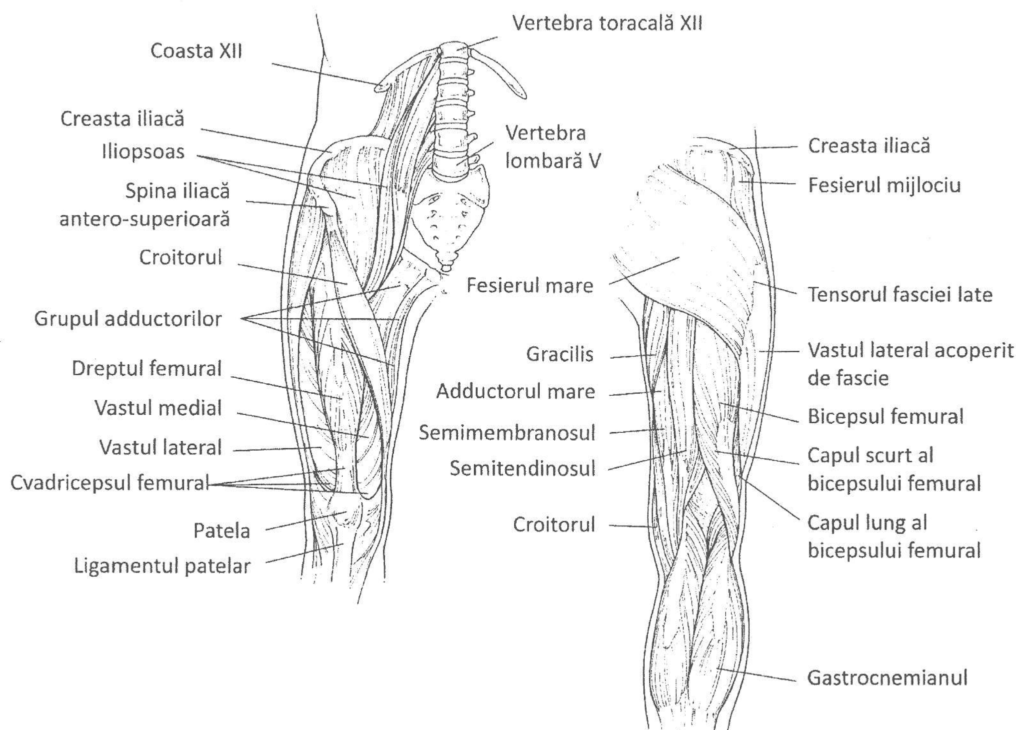


FIGURA 9.7 Muşchii anteriori ai pelvisului şi ai coapsei.

FIGURA 9.8 Muşchii posteriori ai coapsei drepte.

Faţa anterioară a coapsei prezintă şi grupul muscular **cvadriceps femural**. Acest grup constituie majoritatea masei musculare a feţei anterioare a coapsei. Cei patru muşchi sunt **dreptul femural**, **vastul lateral**, **vastul medial** şi **vastul intermediar**. Dreptul femural îşi are originea la nivelul ilionului; ceilalţi trei îşi au originea pe femur. Fibrele aparţinând celor patru muşchi converg şi se inseră la nivelul patelei şi al tuberozităţii tibiale, prin tendonul patelar. Toţi sunt muşchi extensori ai gambei.

DE REŢINUT
Muşchiul cvadriceps produce extensia gambei, în timp ce muşchii poplitei flectează gamba.

Unul dintre muşchii feţei posterioare a coapsei este muşchiul **semimembranos**. Acest muşchi extinde coapsa şi flectează gamba. Are originea pe tuberozitatea ischiadică şi se inseră la capătul proximal al tibiei, deci trece peste două articulaţii. Acest muşchi este unul dintre **muşchii poplitei**.

Un alt muşchi popliteu de la nivelul feţei posterioare este **semitendinosul**, un muşchi lung, asemănător unei benzi, care face legătura între ischion şi capătul proximal al tibiei (Figura 9.8). Muşchiul este denumit astfel pentru că la jumătatea coapsei devine tendinos, şi apoi se continuă spre inserţia lui sub forma unui tendon lung, asemănător unei corzi. Semitendinosul flectează gamba şi o roteşte înspre medial pentru a extinde coapsa.

Bicepsul femural este un alt muşchi popliteu. Acest muşchi are două capete, unul lung şi unul scurt. Capătul lung are originea pe tuberozitatea ischiadică, iar cel scurt

pe corpul femurului. El se inseră pe capul fibulei și extinde coapsa, flectează și rotește gamba.

Grupul muscular al **adductorilor** se află pe fața medială a coapsei. Cei trei mușchi ai acestui grup sunt **adductorul mare, adductorul scurt** și **adductorul lung**. Toți își au originea pe corpul pubelui și inserția la nivelul femurului și produc adducția coapsei.

Alte mișcări ale coapsei sunt facilitate de trei mușchi localizați la nivelul feselor. Primul este mușchiul **fesier mare**. Acesta este cel mai voluminos mușchi al fesei. Își are originea pe sacru, coccis și de-a lungul suprafeței posterioare a ilionului, și se inseră pe femur. Funcția lui este de extensie a membrului inferior în articulația șoldului.

Al doilea mușchi al feselor, **fesierul mijlociu** și are originea pe suprafața laterală a ilionului și inserția pe trohanterul mare al femurului. Acest mușchi abduce coapsa și o rotește medial. Al treilea mușchi, **fesierul mic**, are aceeași origine și inserție ca și fesierul mijlociu; produce abducția coapsei.

MUȘCHII GAMBEI

Cei mai importanți mușchi ai gambei își au originea pe oasele gambei, iar mulți dintre acești mușchi se inseră pe oasele piciorului. Pe fața anterioară a gambei se află mușchiul **tibial anterior**. Acest mușchi se află lateral, în imediata vecinătate a tibiei, cu originea pe tibie și inserția pe tarsiene și metatarsiene. Mușchiul produce inversia piciorului (întoarce talpa piciorului înăuntru) și flectează dorsal piciorul (întoarce piciorul în sus).

Pe fața posterioară a gambei se află mușchiul **gastrocnemian**, cu originea pe condilii medial și lateral ai femurului. Ca și mușchiul solear, se inseră pe calcaneu (un os tarsian) prin **tendonul ahilian (calcanean)**. Gastrocnemianul se arcuiește peste articulațiile genunchiului și cea a gleznei. Principala lui acțiune este de a produce flexia plantară (întoarcerea piciorului în jos). De asemenea, flectează genunchiul.

Tot pe fața posterioară se află mușchiul **solear**. El se află sub gastrocnemian, cu originea pe tibie și pe fibulă, inserția pe calcaneu, prin intermediul tendonului ahilian. Solearul (Tabelul 9.3) permite flexia plantară a piciorului. Perechea de mușchi constituită din gastrocnemian și solear este denumită **triceps sural**. Tricepsul sural dă forma moletului și se inseră prin tendonul ahilian comun pe osul calcaneu (după cum se observă în Figura 9.9).

Unul dintre mușchii laterali ai gambei este **peronierul lung**. Acest mușchi își are originea pe porțiunea superioară a fibulei și se inseră pe oasele cuneiforme (tarsiene) și pe primele oase metatarsiene. Mușchiul produce inversia piciorului și susține bolta plantară. Alt mușchi lateral este cel numit **peronierul scurt**, ce produce eversia piciorului. Acest mușchi se inseră pe al cincilea metatarsian.

TABELUL 9.3 CEI MAI IMPORTANŢI MUŞCHI AI PELVISULUI ŞI AI COAPSEI

Muşchi	Origine	Inserţie	Inervaţie
M. iliopsoas (iliac şi psoas mare)	Ilion (fosa iliacă) Vertebre (corpurile vertebrelor T12 - L5)	Femur (trohanterul mic)	Nervii femural şi lombari II-IV
Dreptul femural	Ilion (spina antero-inferioară)	Tibia (prin tendonul patelar)	Nervul femural
Grupul muşchilor fesieri			
Fesierul mare	Ilion (creasta şi suprafaţa posterioară) Sacru şi coccis (suprafaţa posterioară) Ligamentul sacrotuberal	Femur (tuberozitatea gluteală) Tractul iliotibial	Nervul fesier inferior
Fesierul mijlociu	Ilion (suprafaţa laterală)	Femur (trohanterul mare)	Nervul fesier superior
Fesierul mic	Ilion (suprafaţa laterală)	Femur (trohanterul mare)	Nervul fesier superior
Muşchiul tensor al fasciei late	Ilion (partea anterioară a crestei)	Tibia	Nervul fesier superior
Grupul muşchilor adductori			
Adductorul scurt	Osul pubian	Femur	Nervul obturator
Adductorul lung	Osul pubian	Femur	Nervul obturator
Adductorul mare	Osul pubian	Femur	Nervul obturator
Gracilis	Osul pubian (sub simfiză)	Tibia (suprafaţa medială, în spatele croitorului)	Nervul obturator

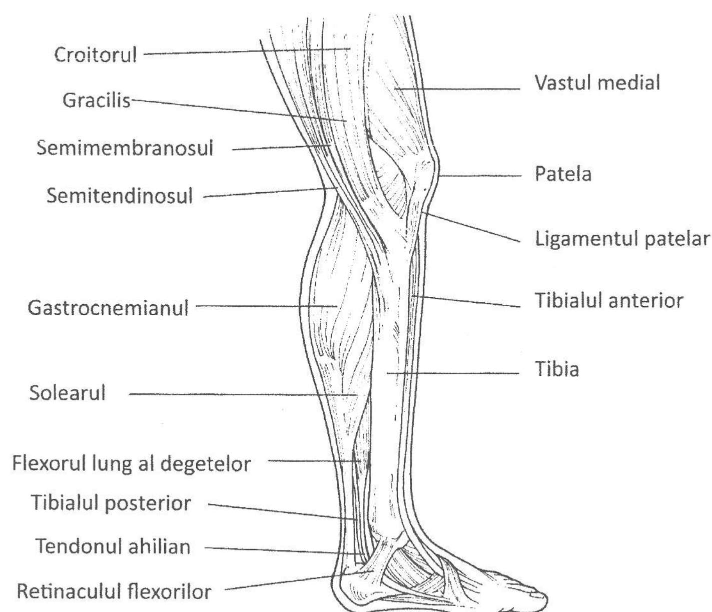


FIGURA 9.9 Muşchii feţei mediale a gambei drepte.

La nivelul articulaţiei gleznei se produc două mişcări importante: flexia şi extensia. De asemenea, au loc şi dorsoflexia, flexia plantară, inversia şi eversia. Aceste mişcări laterale se produc îndeosebi între oasele tarsiene.

Muşchii piciorului au o dispoziţie similară cu a muşchilor mâinii. Există mulţi muşchi mici localizaţi pe suprafaţa plantară a piciorului; ei se inseră pe oasele degetelor piciorului. Tendoanele muşchilor sunt aşezate în rânduri, fiecare deget prezentând tendoane ce se întind de-a lungul feţei plantare. Pe suprafaţa dorsală, la fiecare deget ajunge câte un tendon pentru extensorii muşchilor piciorului şi ai genunchiului.

TABELUL 9.4 CEI MAI IMPORTANŢI MUŞCHI AI GAMBEI ŞI AI PICIORULUI

Muşchi	Origine	Inserţie	Inervaţie
Grupul cvadricepsului femural			
Dreptul femural	Ilion	Tibie (prin intermediul tendonului patelar)	Nervul femural
Vastul lateral	Femur (linia aspră)	Tibie (prin intermediul tendonului patelar)	Nervul femural
Vastul medial	Femur	Tibie (prin intermediul tendonului patelar)	Nervul femural
Vastul intermediar	Femur (suprafaţa anterioară)	Tibie (prin intermediul tendonului patelar)	Nervul femural
Croitor	Osul coxal	Tibie (suprafaţa medială a corpului)	Nervul femural
Grupul muşchilor poplitei			
Bicepsul femural	Ischion (tuberozitate)	Fibulă (capul)	Nervul tibial (ramură a nervului sciatic)
	Femur (linia aspră)	Tibie (condilul lateral)	Nervul tibial
Semitendinosul	Ischion (tuberozitate)	Tibie (capătul proximal, suprafaţa medială)	Nervul tibial
Semimembranosul	Ischion (tuberozitate)	Tibie (condilul medial)	Nervul tibial
Tibialul anterior	Tibie (condilul lateral al porţiunii superioare)	Tars (primul cuneiform)	Nervii fibulari comun şi profund
Gastrocnemian	Femur (condili)	Tars (calcaneu, prin intermediul tendonului ahilian)	Nervul tibial (ramură a nervului sciatic)
Solear	Tibie (sub gastrocnemian) Fibula	Tars (calcaneu, prin intermediul tendonului ahilian)	Nervul tibial

MUŞCHII CAPULUI ŞI AI TRUNCHIULUI

Muşchii capului realizează mişcările feţei şi permit masticaţia şi mişcările oculare. Mişcările cele mai importante ale capului sunt flexia, extensia şi rotaţia (prin care se indică negaţia).

Muşchii feţei diferă de alţi muşchi ai corpului prin faptul că mobilizează sarcini relativ mici. Din acest motiv, mulţi dintre muşchii feţei nu necesită tendoane puternice, ca în cazul muşchilor extremităţilor. Mai mult, muşchii faciali sunt diferiţi pentru că derivă din **fascia superficială**. Ei îşi au originea în această fascie sau pe oasele feţei şi se inseră frecvent pe piele sau în ţesutul conjunctiv subiacent.

Muşchii cei mai importanţi care flectează capul sunt **muşchiul lung al gâtului**, **muşchiul lung al capului** şi **muşchiul drept anterior al capului**. Ei îşi au originea pe vertebrele superioare şi se inseră fie pe osul occipital, fie pe vertebrele cervicale superioare. Cei mai importanţi extensori sunt **muşchiul splenius al capului**, asistat de **muşchiul semispinal al capului** şi de **muşchiul longissimus**. Aceşti muşchi îşi au originea pe vertebrele superioare şi inserţia pe osul occipital sau temporal. Numeroşi muşchi de dimensiuni mici asistă aceşti muşchi importanţi.

MUŞCHII FEŢEI

Patru perechi de muşchi puternici sunt responsabili de mişcarea mandibulei şi de realizarea masticaţiei. Aceşti muşchi se inseră pe mandibulă.

Primul dintre aceştia, **temporalul**, îşi are originea pe osul temporal şi poate fi palpat la nivelul tâmplei atunci când gura este încleştată. Acest muşchi contribuie la mişcarea de închidere a gurii. Al doilea muşchi este **maseterul** (Figura 9.10). Acesta îşi are originea pe arcul zigomatic al temporalului şi pe osul zigomatic, contribuind şi el la mişcarea de închidere a gurii. Al treilea muşchi, **pterigoidianul medial**, are originea pe apofiza pterigoidă a osului sfenoid şi pe porţiuni adiacente ale maxilarului şi ale osului palatin. Se inseră pe suprafaţa internă a ramurei mandibulei. Acest muşchi acţionează similar cu precedenţii. Ultimul muşchi este **pterigoidianul lateral**. Acest muşchi mişcă mandibula în sens lateral şi produce protruzia mandibulei, ajutând la mişcarea de deschidere a gurii. Se inseră pe gâtul apofizei condiloide a mandibulei.

Mişcările feţei sunt foarte variate, şase muşchi jucând un rol esenţial în realizarea expresiilor faciale (mimicii). Aceştia sunt **platisma**, **muşchiul orbicular al ochiului**, **orbicular al gurii**, **zigomatic**, **buccinator** şi **epicranian**. Câţiva dintre aceştia sunt muşchi pereche, alţii sunt nepereche. Ei sunt în general muşchi foarte subţiri şi se numesc **muşchi cutanaţi** datorită fixării lor la piele şi datorită poziţiei lor faţă de aceasta. Majoritatea dintre ei îşi au originea pe suprafaţa craniului şi pe fascie.

Funcţiile muşchilor mimicii sunt variate. De exemplu, muşchiul epicranian ridică sprânceana, în timp ce orbicularul ochiului închide pleoapa. Orbicularul gurii înconjoară orificiul cavităţii bucale şi închide buzele, producând ţuguierea acestora. Când se contractă zigomaticul, colţul gurii este tracţionat în sus, cum se întâmplă în cazul unui zâmbet. Când se contractă platisma, unghiul gurii este tracţionat în jos.

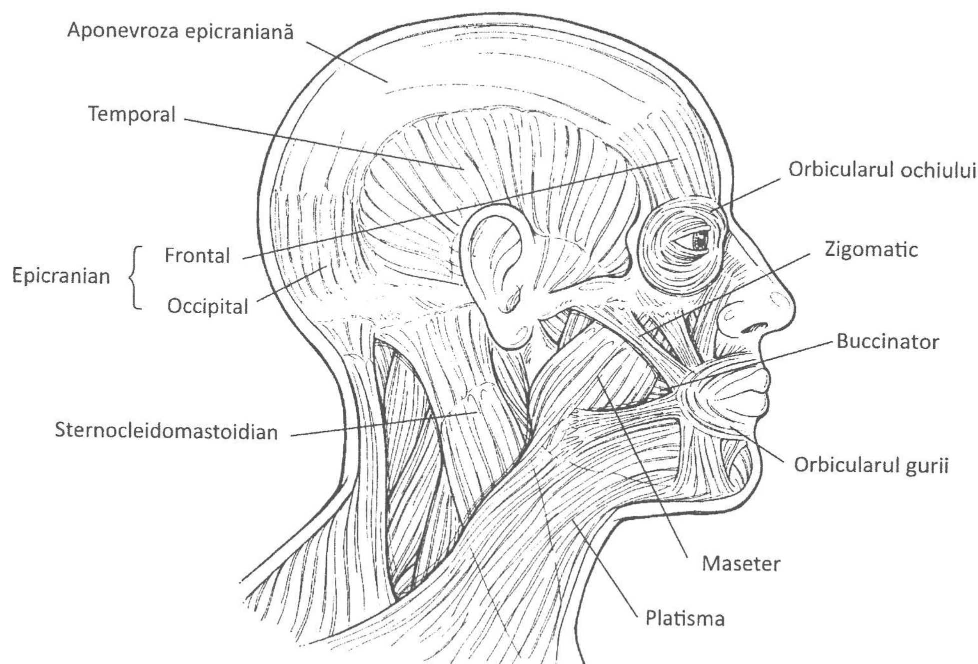


FIGURA 9.10 Cei mai importanți mușchi ai capului.

Există două grupe de mușchi responsabili de mișcările ochiului și acomodarea vederii. Mușchii care mișcă globul ocular se numesc **mușchii extrinseci** ai ochiului. **Mușchii intrinseci** (de exemplu mușchiul ciliar) modifică forma cristalinului și produc dilatarea și constricția pupilei. Mușchii extrinseci ai ochiului includ cei patru mușchi drepți care produc elevația, rotația, adducția și abducția globului ocular. Ceilalți mușchi extrinseci rotesc globul ocular în jos, în sus și lateral.

DE REȚINUT
Mușchii extrinseci ai ochiului mișcă globii oculari, în timp ce mușchii intrinseci controlează forma cristalinului și dilatația pupilei.

MUȘCHII GÂTULUI

Mulți dintre mușchii gâtului intervin direct în mișcările capului și se află în relație cu coloana vertebrală.

Un mușchi foarte important al gâtului este **sternocleidomastoidianul**. Acest mușchi este localizat pe partea laterală a gâtului. Are originea pe stern și pe suprafața superioară a claviculei și se inseră pe apofiza mastoidă a osului temporal. Sternocleidomastoidianul înclină capul lateral și înspre torace. Perechea de mușchi sternocleidomastoidieni acționează împreună pentru a produce flexia și extensia capului.

Alți mușchi importanți ai gâtului sunt **mușchii infrahioidieni**. Acești mușchi lungi, înguști și plați, sunt localizați în partea anterioară a gâtului. Ei acoperă suprafața laterală a glandei tiroide, trag în jos laringele și coboară osul hioid în procesul deglutiției.

Alți mușchi ai gâtului includ spleniusul capului, semispinalul capului și mușchiul longissimus. Acești mușchi extensori sunt, de asemenea, asociați capului și au fost menționați anterior.